Министерство связи Российской Федерации

НОРМЫ
на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей

1996

gost.e-ecolog.ru

Нормы разработаны ЦНИИС при участии
эксплуатационных предприятий
Министерства связи Российской Федерации.

Автор: Сурков Ю. П.

Общее редактирование: Москвитин В. Д.

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИКАЗ

10 08 96 г Москва № 92

Об утверждении Норм на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России

ПРИКАЗЫВАЮ

1 Утвердить и ввести в действие с октября 1996 года «Нормы на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России» (далее Нормы)

2 Руководителям организации

2 1 Руководствоваться Нормами при вводе в эксплуатацию и техническом обслуживании цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России

2 2 Подготовить и направить в Центральный научно-исследовательский институт связи результаты контрольных измерений для действующих цифровых плезиохронных систем передачи в течение года с момента ввода Норм

3 Центральному научно-исследовательскому институту связи (Варакин)

3 1 В срок до 1 ноября 1996 года разработать и направить организациям формы регистрации результатов контрольных измерений

3 2 Обеспечить координацию работ и провести уточнение в 1997 году Норм на основании результатов измерений по п 2 2 настоящего приказа

3 3 Разработать в 1996—1997 годах нормы на

проскальзывания и время распространения в цифровых каналах и трактах плезиохронной цифровой иерархии,

электрические параметры цифровых трактов синхронной цифровой иерархии на скорости передачи 155 Мбит/с и выше,

электрические параметры цифровых каналов и трактов, организованных в аналоговых кабельных и радиорелейных системах передачи с помощью модемов, цифровых каналов и трактов местной первичной сети, спутниковых цифровых каналов со скоростями передачи ниже 64 кбит/с (32,16 кбит/с и др),

показатели надежности цифровых каналов и трактов

3 4 Разработать в 1996 году комплексную программу проведения работ по нормированию и измерению каналов и трактов перспективной цифровой сети ОП

4 НТУОТ (Мишенков) предусмотреть финансирование работ, указанных в п 3 настоящего приказа

5 Главному управлению государственного надзора за связью в Российской Федерации при Министерстве связи Российской Федерации (Логинов) обеспечить контроль за выполнением Норм, утвержденных настоящим приказом

6 Руководителям организаций сообщить до 15 августа 1996 года потребность в указанных Нормах, учитывая, что их можно будет приобрести на договорной основе в Ассоциации «Резонанс» (контактный телефон 201-63 81, факс 209-70-43)

7 Ассоциации «Резонанс» (Панков) (по согласованию) осуществить тиражирование Норм на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России

8 Контроль за выполнением приказа возложить на УЭС (Рокотян)

Федеральный министр В Б Булгак

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ

АСТЭ — автоматизированная система технической эксплуатации
ВЗПС — внутризоновая первичная сеть
ВК — встроенный контроль
ВОЛС — волоконно-оптическая линия связи
ВОСП — волоконно-оптическая система передачи
ВСС РФ — взаимоувязанная сеть связи Российской Федерации
ВЦСТ — вторичный цифровой сетевой тракт
ОЦК — основной цифровой канал
ПЦИ — плезиохронная цифровая иерархия
ПЦСТ — первичный цифровой сетевой тракт
ПСП — псевдослучайная последовательность
РСП — радиорелейная система передачи
СМП — сеть магистральная первичная
ССП — спутниковая система передачи
СЦИ — синхронная цифровая иерархия
ТЦСТ — третичный цифровой сетевой тракт
ЦСП — цифровая система передачи
ЦСТ — цифровой сетевой тракт
ЧЦСТ — четверичный цифровой сетевой тракт

AIS (alarm indication signal) — сигнал индикации аварийного состояния
BER (bit error ratio) — коэффициент ошибок по битам
BIS (bringing-into-servise) — ввод в эксплуатацию
BISO (bringing-into-servise objective) — норма BIS
RPO (reference perfomance objective) — эталонная норма на технические характеристики
PO (perfomance objective) — нормы на технические характеристики
ES (errored second) — секунда с ошибками
SES (severely errored second) — секунда, пораженная ошибками
LOF (loss of frame) — потеря цикла
LOS (loss of signal) — потеря сигнала
FAS (frame alignment signal) — цикловой синхросигнал

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. Общие термины и определения

1) **Канал основной цифровой** (basic digital circuit) — Типовой цифровой канал передачи со скоростью передачи сигналов 64 кбит/с

2) **Канал передачи** (transmission circuit) — Комплекс технических средств и среды распространения, обеспечивающий передачу сигнала электросвязи в полосе частот или со скоростью передачи, характерных для данного канала передачи, между сетевыми станциями, сетевыми узлами или между сетевой станцией и сетевым узлом, а также между сетевой станцией или сетевым узлом и оконечным устройством первичной сети

Примечания

1 Каналу передачи присваивают название **аналоговый** или **цифровой** в зависимости от методов передачи сигналов электросвязи

2 Каналу передачи, в котором на разных его участках используют аналоговые или цифровые методы передачи сигналов электросвязи, присваивают название **смешанный** канал передачи

3 Цифровому каналу, в зависимости от скорости передачи сигналов электросвязи, присваивают название **основной, первичный, вторичный, третичный, четверичный**

3) **Канал передачи типовой** (typical transmission circuit) — Канал передачи, параметры которого соответствуют нормам ВСС РФ

4) **Канал передачи тональной частоты** (voice frequency transmission circuit) — Типовой аналоговый канал передачи с полосой частот от 300 до 3400 Гц

Примечания

1 При наличии транзитов по ТЧ канал называется **составным**, при отсутствии транзитов — **простым**

2 При наличии в составном канале ТЧ участков, организованных как в кабельных системах передачи, так и в радиорелейных, канал называется **комбинированным**

5) **Канал электросвязи, канал переноса** (telecommunication circuit, bearer circuit) — Путь прохождения сигналов электросвязи, образованный последовательно соединенными каналами и линиями вторичной сети при помощи станций и узлов вторичной сети, обеспечивающий при подключении к его окончаниям абонентских оконечных устройств (терминалов) передачу сообщения от источника к получателю (получателям)

Примечания

1 Каналу электросвязи присваивают названия в зависимости от вида сети связи, например, **телефонный канал** (связи), **телеграфный канал** (связи), **канал (передачи) данных**

2. По территориальному признаку каналы электросвязи разделяются на **междугородный, зоновый, местный.**

6) **Линия передачи** (transmission line) — Совокупность линейных трактов систем передачи и (или) типовых физических цепей, имеющих общие линейные сооружения, устройства их обслуживания и одну и ту же среду распространения в пределах действия устройств обслуживания.

Примечания:

1. Линии передачи присваивают названия в зависимости:

от первичной сети, к которой она принадлежит: **магистральная, внутризоновая, местная;**

от среды распространения, например, **кабельная, радиорелейная, спутниковая.**

2. Линии передачи, представляющей собой последовательное соединение разных по среде распространения линий передачи, присваивают название **комбинированной.**

7) **Линия передачи абонентская (первичной сети)** (subscriber line) — Линия передачи, соединяющая между собой сетевую станцию или сетевой узел и оконечное устройство первичной сети.

8) **Линия передачи соединительная** — Линия передачи, соединяющая между собой сетевую станцию и сетевой узел или две сетевых станции между собой.

Примечание. Соединительной линии присваивают названия в зависимости от первичной сети, к которой она принадлежит, магистральная, внутризоновая, местная.

9) **Сеть первичная** (transmission network, transmission media) — Совокупность типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов, образованную на базе сетевых узлов, сетевых станций, оконечных устройств первичной сети и соединяющих их линий передачи.

10) **Сеть первичная внутризоновая** — Часть первичной сети, обеспечивающая соединение между собой типовых каналов передачи разных местных первичных сетей одной зоны нумерации телефонной сети.

11) **Сеть первичная магистральная** — Часть первичной сети, обеспечивающая соединение между собой типовых каналов передачи и сетевых трактов разных внутризоновых первичных сетей на всей территории страны.

12) **Сеть первичная местная** — Часть первичной сети, ограниченная территорией города с пригородом или сельского района.

Примечание. Местной первичной сети присваивают названия: городская (комбинированная) или сельская первичная сеть.

13) **Сеть связи Взаимоувязанная Российской Федерации (ВСС РФ)** — Комплекс технологически сопряженных сетей электросвязи на территории Российской Федерации, обеспеченный общим централизованным управлением.

14) **Система передачи** (transmission system) — Комплекс технических средств, обеспечивающих образование линейного тракта, типовых групповых трактов и каналов передачи первичной сети.

Примечания:

1. В зависимости от вида сигналов, передаваемых в линейном тракте, системе передачи присваивают названия: **аналоговая** или **цифровая**.
2. В зависимости от среды распространения сигналов электросвязи системе передачи присваивают названия: **проводная** система передачи и **радиосистема** передачи.

15) **Система передачи проводная** (wire transmission system) — Система передачи, в которой сигналы электросвязи распространяются посредством электромагнитных волн вдоль непрерывной направляющей среды.

16) **Тракт групповой** (group link) — Комплекс технических средств системы передачи, предназначенный для передачи сигналов электросвязи нормализованного числа каналов тональной частоты или основных цифровых каналов в полосе частот или со скоростью передачи, характерных для данного группового тракта.

Примечание. Групповому тракту, в зависимости от нормализованного числа каналов, присваивают название: **первичный**, **вторичный**, **третичный**, **четверичный** или N-ый групповой тракт.

17) **Тракт групповой типовой** (typical group link) — Групповой тракт, структура и параметры которого соответствуют нормам ВСС РФ.

18) **Тракт сетевой** (network link) — Типовой групповой тракт или несколько последовательно соединенных типовых групповых трактов с включенной на входе и выходе аппаратурой образования тракта.

Примечания:

1. При наличии транзитов того же порядка, что и данный сетевой тракт, сетевой тракт называется **составным**, при отсутствии таких транзитов — **простым**.
2. При наличии в составном сетевом тракте участков, организованных как в кабельных системах передачи, так и в радиорелейных, тракт называется **комбинированным**.
3. В зависимости от метода передачи сигналов тракту присваивается название **аналоговый** или **цифровой**.

19) **Тракт системы передачи линейный** — Комплекс технических средств системы передачи, обеспечивающий передачу сигналов элек-

тросвязи в полосе частот или со скоростью, соответствующей данной системе передачи.

Примечания:

1 Линейному тракту, в зависимости от среды распространения, присваивают названия: **кабельный**, **радиорелейный**, **спутниковый** или **комбинированный**.

2 Линейному тракту, в зависимости от типа системы передачи присваивают названия: **аналоговый** или **цифровой**.

20) **Транзит** (transit) — Соединение одноименных каналов передачи или трактов, обеспечивающее прохождение сигналов электросвязи без изменения полосы частот или скорости передачи.

21) **Устройство оконечное первичной сети** (originative network terminal) — Технические средства, обеспечивающие образование типовых физических цепей или типовых каналов передачи для предоставления их абонентам вторичных сетей и другим потребителям.

22) **Узел сетевой** (network node) — Комплекс технических средств, обеспечивающий образование и перераспределение сетевых трактов, типовых каналов передачи и типовых физических цепей, а также предоставление их вторичным сетям и отдельным организациям.

Примечания:

1. Сетевому узлу, в зависимости от первичной сети, к которой он принадлежит, присваивают названия: **магистральный**, **внутризоновый**, **местный**.

2 Сетевому узлу, в зависимости от вида выполняемых функций присваивают названия: **сетевой узел переключения**, **сетевой узел выделения**.

23) **Цепь физическая** (physical circuit) — Металлические провода или оптические волокна, образующие направляющую среду для передачи сигналов электросвязи.

24) **Цепь физическая типовая** (typical physical circuit) — Физическая цепь, параметры которой соответствуют нормам ВСС РФ.

1.2. Определения показателей ошибок для ОЦК

1) Секунда с ошибками (Errored Second) — $ES_к$ — период в 1 с, в течение которого наблюдалась хотя бы одна ошибка.

2) Секунды, пораженные ошибками (Severely Errored Second) — $SES_к$ — период в 1 с, в течение которого коэффициент ошибок был более 10^{-3}.

3) Коэффициент ошибок по секундам с ошибками — (ESR) — отношение числа $ES_к$ к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

4) Коэффициент ошибок по секундам, пораженных ошибками

SESR — отношение числа SES_x к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

1.3. Определения показателей ошибок для сетевых трактов

1) Блок — последовательность бит, ограниченная по числу бит, относящихся к данному тракту; при этом каждый бит принадлежит только одному блоку. Количество бит в блоке зависит от скорости передачи и определяется по отдельной методике.

2) Блок о ошибками (Errored Block) — $EB_т$ — блок, в котором один или несколько битов, входящих в блок, являются ошибочными.

3) Секунда с ошибками (Errored Second) — $ES_т$ — период в 1 секунду с одним или несколькими ошибочными блоками.

4) Секунда, пораженная ошибками (Severely Errored Second) — $SES_т$ — период в 1 секунду, содержащий ≥30% блоков с ошибками (EB) или, по крайней мере, один период с серьезными нарушениями (SDP).

5) Коэффициент ошибок по секундам с ошибками — (ESR) — отношение числа $ES_т$ к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

6) Коэффициент ошибок по секундам, пораженных ошибками SESR — отношение числа $SES_т$ к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

7) Период с серьезными нарушениями (Severely Disturbed Period) — SDP — период длительностью, равной 4 смежным блокам, в каждом из которых коэффициент ошибок $\geq 10^{-2}$ или в среднем за 4 блока коэффициент ошибок $\geq 10^{-2}$, или же наблюдалась потеря сигнальной информации.

8) Блок с фоновой ошибкой (Background Block Error) — BBE — блок с ошибками, не являющийся частью SES.

9) Коэффициент ошибок по блокам с фоновыми ошибками BBER — отношение числа блоков с фоновыми ошибками ко всему количеству блоков в течение готовности за фиксированный интервал измерений за исключением всех блоков в течение $SES_т$.

10) Период неготовности для одного направления тракта — это период, начинающийся с 10 последовательных секунд SES (эти 10 секунд считаются частью периода неготовности) и заканчивающийся до 10 последовательных секунд без SES (эти 10 секунд считаются частью периода готовности).

Период неготовности для тракта — это период, когда хотя бы одно из направлений его находится в состоянии неготовности.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Настоящие Нормы предназначены для использования эксплуатационными организациями первичных сетей ВСС России в процессе эксплуатации цифровых каналов и трактов и для ввода их в эксплуатацию.

Нормы должны также использоваться разработчиками аппаратуры систем передачи при определении требований к отдельным видам оборудования.

2.2. Настоящие нормы разработаны на основе Рекомендаций МСЭ-Т и исследований, проведенных на действующих сетях связи России. Нормы распространяются на каналы и тракты первичной магистральной сети протяженностью до 12500 км и внутризоновых сетей протяженностью до 600 км. Выполнение приведенных ниже норм обеспечивает необходимое качество передачи при организации международных соединений протяженностью до 27500 км.

2.3. Приведенные нормы распространяются:

— на простые и составные основные цифровые каналы (ОЦК) со скоростью передачи 64 кбит/с,

— простые и составные цифровые тракты со скоростями передачи 2,048 Мбит/с, 34 Мбит/с, 140 Мбит/с, организованные в волоконно-оптических системах передачи (ВОСП) и радиорелейных системах передачи (РСП) синхронной цифровой иерархии,

— простые и составные тракты, организованные в современных ВОСП, РСП и цифровых системах передачи на металлических кабелях плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ),

— на линейные тракты ПЦИ, скорость передачи которых равна скорости группового тракта соответствующего порядка

2.4. Каналы и тракты, организованные в ЦСП на металлическом кабеле и ВОСП, разработанных до принятия новых Рекомендаций МСЭ-Т, а также в аналоговых кабельных и радиорелейных системах передачи, организованных с помощью модемов, могут иметь отклонения по некоторым параметрам от настоящих Норм.

Уточненные нормы на цифровые каналы и тракты, образованные в работающих на магистральной сети ЦСП на металлическом кабеле (ИКМ-480Р, PSM-480S), приводятся в Приложении 2.

Уточнение норм на цифровые каналы и тракты ЦСП и ВОСП, находящихся в эксплуатации на внутризоновых сетях («Сопка-2», «Сопка-3», ИКМ-480, ИКМ-120 (различных модификаций)), будет произведено по результатам внедрения в течение года настоящих Норм.

2.5. В настоящих нормах разработаны требования к двум видам показателей цифровых каналов и трактов — показателям ошибок и показателям дрожания и дрейфа фазы.

2.6. Показатели ошибок цифровых каналов и трактов являются статистическими параметрами и нормы на них определены с соответствующей вероятностью их выполнения. Для показателей ошибок разработаны следующие виды эксплуатационных норм:

долговременные нормы,

оперативные нормы.

Долговременные нормы определены на основе рекомендаций МСЭ-Т G.821 (для каналов 64 кбит/с) и G.826 (для трактов со скоростью от 2048 кбит/с и выше).

Проверка долговременных норм требует в эксплуатационных условиях длительных периодов измерения — не менее 1 месяца. Эти нормы используются при проверке качественных показателей цифровых каналов и трактов новых систем передачи (или нового оборудования отдельных видов, оказывающего влияние на эти показатели), которые ранее на первичной сети нашей страны не применялись.

Оперативные нормы относятся к экспресс-нормам, они определены на основе рекомендаций МСЭ-Т М.2100, М.2110, М.2120.

Оперативные нормы требуют для своей оценки относительно коротких периодов измерения. Среди оперативных норм различают следующие:

нормы для ввода трактов в эксплуатацию,

нормы технического обслуживания,

нормы восстановления систем.

Нормы для ввода трактов в эксплуатацию используются, когда каналы и тракты, образованные аналогичным оборудованием систем передачи, уже имеются на сети и прошли испытание на соответствие долговременным нормам. Нормы технического обслуживания используются при контроле в процессе эксплуатации трактов и для определения необходимости вывода их из эксплуатации при выходе контролируемых параметров за допустимые пределы. Нормы для восстановления систем используются при сдаче тракта в эксплуатацию после ремонта оборудования.

2.7. Нормы на показатели дрожания и дрейфа фазы включают в себя следующие виды норм:

сетевые предельные нормы на иерархических стыках,

предельные нормы на фазовое дрожание цифрового оборудования (в том числе характеристики передачи дрожания фазы),

нормы для фазового дрожания цифровых участков.

Эти показатели не относятся к статистическим параметрам и для их проверки не требуется длительных измерений.

2.8. Представленные нормы являются первым этапом разработки норм на качественные показатели цифровых каналов и сетевых трактов. Они могут в дальнейшем уточняться по результатам эксплуатационных испытаний для каналов и трактов, организованных в отдельных видах ЦСП. В дальнейшем предполагается разработка следующих норм на цифровые каналы и тракты:

нормы на проскальзывания и время распространения в цифровых каналах и трактах ПЦИ,

нормы на электрические параметры цифровых трактов СЦИ на скорости 155 Мбит/с и выше,

нормы на показатели надежности цифровых каналов и трактов,

нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов местной первичной сети,

нормы на электрические параметры цифровых каналов со скоростями передачи ниже 64 кбит/с (32; 16; 8; 4,8; 2,4 кбит/с и др.).

3. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ И ТРАКТОВ

Общие характеристики ОЦК и сетевых цифровых трактов плезиохронной цифровой иерархии приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Общие характеристики основного цифрового канала и сетевых цифровых трактов плезиохронной цифровой иерархии

№ п/п	Тип канала и тракта	Номинальная скорость передачи, кбит/с	Пределы отклонения скорости передачи, кбит/с	Номинальные входные и выходные сопротивления, Ом
1	Основной цифровой канал	64	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	120 (сим)
2	Первичный цифровой сетевой тракт	2048	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	120 (сим)
3	Вторичный цифровой сетевой тракт	8448	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$	75 (несим)
4	Третичный цифровой сетевой тракт	34368	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$	75 (несим)
5	Четверичный цифровой сетевой тракт	139264	$\pm 1{,}5 \cdot 10^{-5}$	75 (несим)

4. НОРМЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ОШИБОК ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ И СЕТЕВЫХ ТРАКТОВ

4.1. Долговременные нормы на показатели ошибок

4.1.1. Долговременные нормы для ОЦК основаны на измерении характеристик ошибок за секундные интервалы времени по двум показателям:

коэффициент ошибок по секундам с ошибками ($ESR_к$),

коэффициент ошибок по секундам, пораженных ошибками ($SESR_к$).

При этом определения ES и SES соответствуют п. 1.2.

Измерения показателей ошибок в ОЦК для оценки соответствия долговременным нормам проводятся при закрытии связи и использовании псевдослучайной цифровой последовательности.

4.1.2. Долговременные нормы для цифровых сетевых трактов (ЦСТ) основаны на измерении характеристик ошибок по блокам (см. определения п. 1.3) для трех показателей:

коэффициент ошибок по секундам с ошибками ($ESR_т$),

коэффициент ошибок по секундам, пораженным ошибками ($SESR_т$),

коэффициент ошибок по блокам с фоновыми ошибками ($BBER_т$).

Предполагается, что при выполнении норм в ЦСТ на показатели ошибок, основанные на блоках, будет обеспечиваться выполнение долговременных норм в ОЦК, образованных в этих ЦСТ, по показателям ошибок, основанных на секундных интервалах.

Измерения показателей ошибок в ЦСТ для оценки соответствия долговременным нормам могут проводиться как при закрытии связи с использованием псевдослучайной цифровой последовательности, так и в процессе эксплуатационного контроля.

4.1.3. ОЦК считается соответствующим нормам, если отвечают поставленным требованиям каждый из двух показателей ошибок — $ESR_к$ и $SESR_к$. Сетевой тракт считается соответствующим нормам, если отвечает требованиям каждый из трех показателей ошибок — $ESR_т$, $SESR_т$ и $BBER_т$.

4.1.4. Для оценки эксплуатационных характеристик должны использоваться результаты измерения лишь в периоды готовности канала или тракта, интервалы неготовности из рассмотрения исключаются (определение неготовности см. п. 1.3).

4.1.5. Основой для определения долговременных норм того или иного канала или тракта являются общие расчетные (эталонные) нормы для полного соединения (end-to-end) на показатели ошибок международного соединения, протяженностью 27500 км, приведенные в табл. 4.1 в столбцах А для соответствующего показателя ошибок и соответствующего цифрового канала или тракта.

4.1.6. Распределение предельных расчетных норм на показатели ошибок по участкам тракта (канала) первичной сети ВСС России приведено в табл. 4.2, столбец «долговременные нормы», где А берется для соответствующего показателя ошибок и соответствующего тракта (канала) из данных табл. 4.1.

4.1.7. Доля расчетных эксплуатационных норм на показатели ошибок для тракта (канала) длиной L на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС России для определения долговременных норм приведена в табл. 4.3.

Таблица 4.1

Общие расчетные эксплуатационные нормы на показатели ошибок для международного соединения протяженностью 27500 км

Вид тракта (канала)	Скорость, кбит/с	A			B	
		Долговременные нормы			Оперативные нормы	
		ESR	SESR	BBER	ESR	SESR
ОЦК	64	0,08	0,002	—	0,04	0,001
ПЦСТ	2048	0.04	0,002	$3 \cdot 10^{-4}$	0,02	0,001
ВЦСТ	8448	0,05	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$	0,025	0,001
ТЦСТ	34368	0.075	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$	0,0375	0,001
ЧЦСТ	139264	0,16	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$	0,08	0,001

Примечание. Приведенные данные для долговременных норм соответствуют Рекомендациям МСЭ-Т G.821 (для канала 64 кбит/с) и G.826 (для трактов со скоростями от 2048 кбит/с и выше), для оперативных норм — Рекомендации МСЭ-Т М.2100.

Таблица 4.2

Распределение предельных норм на показатели ошибок по участкам тракта (канала) первичной сети

Вид тракта (канала)	Участок	Длина, км	Долговременные нормы			Оперативные нормы	
			ESR	SESR	BBER	ESR	SESR
ОЦК	Аб.лин	—	0,15 · A	0,15 · A/2	—	0,15 · B	0,15 · B
	МПС	100	0,075 · A	0,075 · A/2	—	0,075 · B	0,075 · B
	ВЗПС	600	0,075 · A	0,075 · A/2	—	0,075 · B	0,075 · B
	СМП	12500	0,2 · A	0,2 · A/2	—	0,2 · B	0,2 · B
ЦСТ	МПС	100	0,075 · A	0,075 · A/2	0,075 · A	0,075 · B	0,075 · B
	ВЗПС	600	0,075 · A	0,075 · A/2	0,075 · A	0,075 · B	0,075 · B
	СМП	12500	0,2 · A	0,2 · A/2	0,2 · A	0,2 · B	0,2 · B

Примечания:

1. К указанному предельному значению долговременной нормы для показателя SESR при включении в тракт или канал СМП участка с РСП протяженностью L=2500 км добавляется значение, равное 0,05%, при одном участке с ССП — значение 0,01%. Эти значения учитывают неблагоприятные условия распространения сигнала (в худшем месяце).

2. Аналогичное п.1 добавление значений к оперативным нормам не проводится в связи с коротким периодом измерения.

Таблица 4.3

Доля эксплуатационных норм на показатели ошибок для участка тракта (канала) длиной L км на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС России для определения долговременных норм

СМП			ВЗПС		
№ п/п	Длина, км	C_1	№ п/п	Длина, км	C_2
1	≤250	0,004	1	≤50	0,0062
2	≤500	0,008	2	≤100	0,0125
3	≤750	0,012	3	≤150	0,0188
4	≤1000	0,016	4	≤200	0,0250
5	≤1500	0,024	5	≤300	0,0375
6	≤2000	0,032	6	≤400	0,0500
7	≤2500	0,040	7	≤500	0,0625
8	≤5000	0,080	8	≤600	0,0750
9	≤7500	0,120			
10	≤10000	0,160			
11	≤12500	0,200			

4.1.8. Порядок расчета долговременной нормы на какой-либо показатель ошибок для простого тракта (канала) длиной L км, организованного в ВОЛС или цифровой РСП, следующий:

по табл. 4.1 для соответствующего канала или тракта и соответствующего показателя ошибок находим значение A;

значение L округляем с точностью до 250 км для СМП при $L < 1000$ км и до 500 км при $L > 1000$ км, для ВЗПС при $L < 200$ км округляем с точностью до 50 км и при $L > 200$ км — до 100 км (в большую сторону), получаем значение L^1;

для полученного значения L^1 по табл. 4.3 определяем допустимую долю расчетных норм C_1 или C_2 при $L^1 > 2500$ км на СМП доля нормы определяется интерполированием между двумя соседними значениями табл. 4.3 или по формуле: $L^1 \times 0{,}016 \times 10^{-3}$ для СМП или $L^1 \times 0{,}125 \times 10^{-3}$ для ВЗПС;

для показателей ESR и BBER долговременная норма определяется перемножением значений A и C:

$$ESR_д = A \cdot C$$

$$BBER_д = A \cdot C$$

Для показателя SESR долговременная норма определяется перемножением значений A/2 и C:

$$SESR_д = A/2 \cdot C.$$

Пример 1. Пусть требуется определить долговременные нормы на показатели $ESR_т$ и $BBER_т$ для цифрового первичного сетевого тракта, организованного на СМП, в системах ПЦИ по ВОЛС, протяженностью 1415 км.

По табл. 4.1 находим значения А для ПЦСТ:

$$A(ESR_т) = 0{,}04$$
$$A(BBER_т) = 3 \times 10^{-4}.$$

Значение L округляем до значения, кратного 500 км:

$$L^1 = 1500 \text{ км}.$$

По табл. 4.3 находим значение С:

$$C = 0{,}024.$$

Определяем долговременные нормы:

$$ESR_д = 0{,}04 \times 0{,}024 = 0{,}96 \times 10^{-3}$$
$$BBER_д = 3 \times 10^{-4} \times 0{,}024 = 7{,}2 \times 10^{-6}.$$

4.1.9. В случае наличия в составе канала или тракта СМП участка РСП протяженностью до L = 2500 км к указанному предельному значению долговременной нормы для показателя SESR добавляется значение, равное 0,05%, при одном участке с ССП — значение 0,01%. Эти значения учитывают неблагоприятные условия распространения сигнала (в худшем месяце).

Пример 2. Пусть требуется определить долговременную норму на показатель $SESR_т$ для цифрового вторичного сетевого тракта, организованного на СМП в системах ПЦИ с участком по ВОЛС протяженностью 1415 км и с участком тракта, организованного в новой цифровой РСП, протяженностью 930 км.

По табл. 4.1 находим значения А для ВЦСТ:

$$A(SESR_т) = 0{,}002$$

Значение L округляем до значений, кратных 500 км для ВОЛС и кратных 250 км для РСП:

$$L^1_{ВОЛС} = 1500 \text{ км}$$
$$L^1_{РСП} = 1000 \text{ км}$$

Суммарную длину тракта округляем до значения, кратного 500 км.

$$L_{ВОЛС} + L_{РСП} = 1415 + 930 = 2345 \text{ км}$$
$$L^1_Σ = 2500 \text{ км}$$

По табл. 4.3 определяем значения С:

$$C_{ВОЛС} = 0{,}024$$
$$C_{РСП} = 0{,}016$$
$$C_Σ = 0{,}04$$

Определяем долговременные нормы на показатель $SESR_т$:

$SESR_{д\,ВОЛС} = 0{,}001 \times 0{,}024 = 2{,}4 \times 10^{-5}$

$SESR_{д\,РСП} = 0{,}001 \times 0{,}016 + 0{,}0005 = 51{,}6 \times 10^{-5}$ в худшем месяце

$SESR_{д\,Σ} = 0{,}001 \times 0{,}04 + 0{,}0005 = 54 \times 10^{-5}$ в худшем месяце.

4.1.10. При наличии в составе канала или тракта нескольких переприемных участков (переприем по ОЦК или ЦСТ любого порядка) каждый из участков переприема должен отвечать нормам для округленных длин участков L^1_i, а весь составной канал или тракт должен отвечать нормам для длины, равной сумме неокругленных длин участков:

$$L = \sum_{i=1}^{n} L_i ,$$

а затем значение L округляется до значений, указанных в п. 4.1.8, определяется С и норма для соответствующего показателя (см. Пример 2).

4.1.11. Если канал или тракт проходит как по СМП, так и по ВЗПС, то значение С для всего канала определяется суммированием значений C_1 и C_2 (для обоих концов):

$$C = C_1 + C_{21} + C_{22},$$

а затем определяется норма для соответствующего параметра.

Пример 3. Пусть требуется определить нормы показателей ESR и SESR для канала ОЦК, проходящего по СМП протяженностью $L_1 = 830$ км, и по двум ВЗПС протяженностью $L_2 = 190$ км и $L_3 = 450$ км, организованных по ВОЛС на всех трех участках.

По табл. 4.1 находим значения А:

$$A(ESR_к) = 0{,}08$$
$$A(SESR_к) = 0{,}002$$

Длину L_1 округляем до значения, кратного 250 км, длину L_2 — до значения, кратного 50 км, а L_3 — до значения, кратного 100 км:

$$L'_1 = 1000 \text{ км}$$
$$L'_2 = 200 \text{ км}$$
$$L'_3 = 500 \text{ км}$$

По табл. 4.3 находим значение С:

$$C_1 = 0{,}016$$
$$C_{21} = 0{,}025$$
$$C_{22} = 0{,}0625$$

Определяем долговременные нормы для участков:

$$ESR_{д1} = 0{,}08 \times 0{,}016 = 1{,}28 \times 10^{-3}$$
$$ESR_{д2} = 0{,}08 \times 0{,}025 = 2 \times 10^{-3}$$
$$ESR_{д3} = 0{,}08 \times 0{,}0625 = 5 \times 10^{-3}$$
$$SESR_{д1} = 0{,}001 \times 0{,}016 = 1{,}6 \times 10^{-5}$$
$$SESR_{д2} = 0{,}001 \times 0{,}025 = 2{,}5 \times 10^{-5}$$
$$SESR_{д3} = 0{,}001 \times 0{,}0625 = 6{,}25 \times 10^{5}$$

Для всего канала норма определяется так:

$$C_\Sigma = 0{,}016 + 0{,}025 + 0{,}0625 = 0{,}1035$$
$$ESR_{д\Sigma} = 0{,}08 \times 0{,}1035 = 8{,}28 \times 10^{-3}$$
$$SESR_{д\Sigma} = 0{,}001 \times 0{,}1035 = 10{,}35 \times 10^{-5}$$

4.1.12. Если канал или тракт являются международными, то долговременные нормы на них определяются в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т G.821 (для канала 64 кбит/с) и G.826 (для цифрового тракта со скоростями 2048 кбит/с и выше). Для оценки соответствия нормам рекомендаций G.821 и G.826 части международного канала или тракта соответственно, проходящего по территории нашей страны, можно воспользоваться изложенной выше методикой определения норм. Часть канала или тракта, проходящая по территории нашей страны до международной станции (международного центра коммутации) должна удовлетворять настоящим нормам.

4 1.13 В некоторых системах ПЦИ, разработанных до введения настоящих норм и имеющихся на действующей первичной сети, показатели ошибок каналов и трактов могут не удовлетворять приведенным нормам. Допустимые отклонения от норм для отдельных ЦСП приведены в Приложении 2.

4.2. Оперативные нормы на показатели ошибок

4.2.1. Общие положения по определению оперативных норм

1) Оперативные нормы на показатели ошибок ОЦК и ЦСТ основаны на измерении характеристик ошибок за секундные интервалы времени по двум показателям:

коэффициент ошибок по секундам с ошибками (ESR),

коэффициент ошибок по секундам, пораженным ошибками (SESR).

При этом для ОЦК определения ES и SES соответствуют п. 1.2, а для ЦСТ — п. 1.3.

Измерения показателей ошибок в ЦСТ для оценки соответствия оперативным нормам могут проводиться как в процессе эксплуатационного контроля, так и при закрытии связи с использованием специальных средств измерений. Измерения показателей ошибок в ОЦК для оценки соответствия оперативным нормам проводятся при закрытии связи. Методика измерений приведена в разделе 6.

2) ОЦК или ЦСТ считаются соответствующими оперативным нормам, если отвечают поставленным требованиям каждый из показателей ошибок — ESR и SESR.

3) Для оценки эксплуатационных характеристик должны использоваться результаты измерения лишь в периоды готовности канала или тракта, интервалы неготовности из рассмотрения исключаются (см. определения неготовности п. 1.3).

4) Основой определения оперативных норм для канала или тракта являются общие расчетные нормы для полного соединения (end-to-end) на показатели ошибок для международного соединения, протяженностью 27500 км, приведенные в табл. 4.1 в столбцах В для соответствующего показателя ошибок и соответствующего цифрового канала или тракта.

5) Распределение предельных расчетных норм на показатели ошибок по участкам тракта (канала) первичной сети ВСС РФ приведено в табл 4 2, столбец «оперативные нормы», где В берется для соответствующего показателя ошибок и соответствующего тракта (канала) из данных табл. 4.1.

6) Доля расчетных эксплуатационных норм показателей ошибок тракта (канала) длиной L км на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС РФ для определения оперативных норм приведена в табл. 4.4. Эта доля для тракта (канала) СМП обозначена D_1 и для ВЗПС — D_2.

Длина L тракта (канала) на СМП при $L < 1000$ км округляется до значения L^1, кратного 250 км в большую сторону, при $L > 1000$ км — кратного 500 км, на ВЗПС при $L < 200$ км — до значения, кратного 50 км, при $L > 200$ км — кратного 100 км. При $L > 2500$ км для

канала (тракта) СМП D_1 определяется интерполированием между соседними значениями табл. 4.4 или по формуле:

$$D_1 = 0{,}05 + \frac{L^1 - 2500}{500} 0{,}006$$

7) Порядок определения значения D для простого ОЦК или ЦСТ следующий:

длину L канала (тракта) округляем до значений, указанных в п. 6),

для найденного значения L^1 определяем по табл. 4.4 значение D_1 или D_2

Для составного ОЦК или ЦСТ порядок расчета следующий:

длина L_1 каждого из участков транзита округляется до значений, указанных в п. 6),

для каждого участка определяется по табл. 4.4 значение D_1,

полученные значения D_1 суммируются:

$$D = \sum_{i=1}^{n} D_1.$$

Полученное суммарное значение D не должно превышать для СМП — 20%, для ВЗПС — 7,5%, а для канала или тракта, проходящего по СМП и двум ВЗПС — 35%.

Таблица 44

Доля эксплуатационных норм на показатели ошибок для участка тракта (канала) длиной L км на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС России для определения оперативных норм

СМП			ВЗПС		
№ п/п	Длина, км	D_1	№ п/п	Длина, км	D_2
1	≤250	0,015	1	≤50	0,023
2	≤500	0,020	2	≤100	0,030
3	≤750	0,025	3	≤150	0,039
4	≤1000	0,030	4	≤200	0,048
5	≤1500	0,038	5	≤300	0,055
6	≤2000	0,045	6	≤400	0,059
7	≤2500	0,050	7	≤500	0,063
8	≤5000	0,080	8	≤600	0,0750
9	≤7500	0,110			
10	≤10000	0,140			
11	≤12500	0,170			

8) Если канал или тракт являются международными, то оперативные нормы на них определяются в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т М.2100. Для оценки соответствия нормам рекомендации М.2100 части международного канала или тракта, проходящего по территории нашей страны, можно воспользоваться изложенной выше методикой определения норм, но при этом вместо табл. 4.4 надо использовать табл. 4.5, данные которой соответствуют табл. 2в/М.2100.

Таблица 4.5

Распределение норм на международные каналы и тракты

Длина L, км	Доля расчетных норм (% от норм RPO из конца в конец)
L ≤ 500 км	2,0
500 км < L ≤ 1000 км	3.0
1000 км < L ≤ 2500 км	4,0
2500 км < L ≤ 5000 км	6,0
5000 км < L ≤ 7500 км	8,0
L > 7500 км	10,0

Часть канала или тракта, проходящая по территории нашей страны до международной станции (международного центра коммутации) должна удовлетворять настоящим нормам.

9) Контроль показателей ошибок в каналах или трактах для определения соответствия оперативным нормам может проводиться в эксплуатационных условиях за различные периоды времени — 15 минут, 1 час, 1 сутки, 7 суток (см. раздел 6). Для анализа результатов контроля определяются пороговые значения S_1 и S_2 числа ES и SES за период наблюдения T при T ≤ 1 сутки и одно пороговое значение BISO при T = 7 суток (обозначения пороговых значений используются те же, что в рекомендации МСЭ-Т М.2100).

Расчет пороговых значений проводится в следующем порядке:

— определяется среднее допустимое число ES или SES за период наблюдения

$$RPO = D \cdot T \cdot B, \qquad (1)$$

где D — суммарное значение доли общей нормы, найденное в п. 7).

T — период наблюдения в секундах.

B — общая норма на данный показатель берется из табл. 4.1 (для ОЦК ES — 4%, SES — 0,1%).

— определяется пороговое значение BISO за период наблюдения T

$$BISO = k \cdot RPO, \qquad (2)$$

где k — коэффициент, определяемый назначением эксплуатационного контроля.

Значения коэффициента k для различных условий испытаний системы передачи, сетевого тракта или ОЦК приведены в табл. 4.6.

— определяются пороговые значения S_1 и S_2 по формулам:

$$\sigma = 2\sqrt{BISO} \quad (3)$$
$$S_1 = BISO - \sigma \quad (4)$$
$$S_2 = BISO + \sigma \quad (5)$$

Рассчитанные по формулам 1—5 значения S_1, S_2 и BISO для различных периодов наблюдения T и различных трактов приведены в Приложении 1.

10) Если за период наблюдения T по результатам эксплуатационного контроля получено число ES или SES, равное S, то

при $S \geq S_2$ — тракт не принимается в эксплуатацию,

при $S \leq S_1$ — тракт принимается в эксплуатацию,

при $S_1 < S < S_2$ — тракт принимается условно — с проведением дальнейших испытаний за более длительные сроки.

Если после проведения дополнительных испытаний (например, 7 суток), $S > BISO$, то тракт не принимается в эксплуатацию (подробнее см. раздел 6).

11) В некоторых системах ПЦИ, разработанных до введения настоящих норм и имеющихся на действующей первичной сети, показатели ошибок каналов и трактов могут не удовлетворять приведенным нормам. Допустимые отклонения от норм для отдельных ЦСП приведены в Приложении 2.

4.2.2. Нормы для ввода в эксплуатацию цифровых трактов и ОЦК

1) Нормы для ввода трактов и ОЦК в эксплуатацию используются, когда каналы и тракты, образованные аналогичным оборудованием систем передачи, уже имеются на сети и проведены испытания на соответствие этих трактов требованиям долговременных норм.

Таблица 4.6

Предельные значения показателей ошибок (ES и SES) по отношению к долговременной эталонной норме

Системы передачи		Сетевые тракты, участки, ОЦК	
Вид испытания	k	Вид испытания	k
Ввод в эксплуатацию	0,1	Ввод в эксплуатацию	0,5
Ввод после ремонта	0,125	Ввод после ремонта	0,5
Ввод с пониженным качеством	0,5	Ввод с пониженным качеством	0,75
Эталонная норма	1,0	Эталонная норма	1,0
Вывод из эксплуатации	> 10	Вывод из эксплуатации	> 10

2) При вводе в эксплуатацию линейного тракта цифровой системы передачи измерения должны проводиться с помощью псевдослучайной цифровой последовательности с закрытием связи. Измерения проводятся в течение 1 суток или 7 суток (подробнее см. раздел 6).

3) При вводе в эксплуатацию сетевого тракта или ОЦК проверка проводится в 2 этапа.

На этапе 1 измерения проводятся с помощью псевдослучайной цифровой последовательности в течение 15 мин. Если наблюдается хоть одно событие ES или SES, или наблюдается неготовность, то измерение повторяется до 2-х раз. Если в течение и третьей попытки наблюдались ES или SES, то надо проводить локализацию неработоспособности.

Если этап 1 прошел успешно, то проводится испытание в течение 1 суток. Эти испытания можно проводить при помощи устройств эксплуатационного контроля, но можно и с закрытием связи с помощью псевдослучайной цифровой последовательности (подробнее см. раздел 6).

Рассчитанные значения S_1, S_2 и BISO приведены в таблицах 1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1 Приложения 1.

Пример 4. Пусть требуется определить пороговые значения S_1,S_2 и BISO для первичного цифрового сетевого тракта при вводе его в эксплуатацию (аналогичные тракты уже имеются на сети). Тракт является простым, проходит по СМП, протяженность L= 2080 км.

Округляем L до L^1= 2500 км, по табл. 4.4 находим D_1= 0,05.

На 1 этапе испытания должны проводиться в течение 15 мин. За этот период не должно быть ни одного события ES или SES. Если этап 1 прошел успешно, то проводится испытание в течение 1 суток. Рассчитываем значения S_1, S_2 и BISO по формулам 1—5.

$$RPO(ESR) = 0{,}05 \times 86400 \times 0{,}02 = 86{,}4 \approx 86$$

$$RPO(SESR) = 0{,}05 \times 86400 \times 0{,}001 = 4{,}34 \approx 4$$

По табл. 4.6 находим k = 0,5

$$BISO(ESR) = 0{,}5 \times 86 = 43$$

$$BISO(SESR) = 0{,}5 \times 4 = 2$$

$$\sigma(ESR) = 2 \times \sqrt{43} = 13$$

$$\sigma(SESR) = 2 \times \sqrt{2} = 3$$

$$S_1(ESR) = 43 - 13 = 30$$

$$S_2(ESR) = 43 + 13 = 56$$

$$S_1(SESR) = 2 - 3 = -1 = 0$$

$$S_2(SESR) = 2 + 3 = 5$$

Эти расчеты проведены для различных трактов и различных значений D и результаты сведены в таблицы Приложения 1. Нетрудно убедиться, что приведенные расчетные значения совпадают с данными табл. 2.1 Приложения 1 для доли нормы D= 5%.

Если по результатам контроля окажется необходимым провести измерения в течение 7 суток, то пороговое значение BISO для этого случая получается умножением неокругленного значения BISO за 1 сутки на 7.

4) Если вводятся в эксплуатацию более одного сетевого тракта или ОЦК одновременно, входящих в один и тот же тракт более высокого порядка (сетевой тракт более высокого порядка или линейный

тракт ЦСП), и этот тракт вводится в эксплуатацию одновременно с трактами низшего порядка, то лишь 1 тракт данного порядка или ОЦК подвергается испытанию в течение 1 суток, а остальные тракты проходят испытание в течение 2 часов (подробнее см. раздел 6).

Результаты расчета S_1 и S_2 для периодов испытаний 2 часа приведены в таблицах 1.2, 2.2, 3.2, 4.2, 5.2 Приложения 1.

Пример 5. Пусть требуется определить пороговое значение S_1 и S_2 для испытаний с целью ввода в эксплуатацию вторичных цифровых сетевых трактов, которые организованы в одном и том же третичном тракте, причем на одном из них уже проведены испытания по п. 3). Тракты проходят по ВОЛС на СМП, их протяженность L = 2850 км.

Округляем L до значения, кратного 500 км.

$$L^{l} = 3000 \text{ км}$$

По формуле п. 4.2.1.6 находим значение:

$$D = 0{,}05 + \frac{3000 - 2500}{500} 0{,}006 = 0{,}056.$$

Округляем D до значения 5,5%.

Для этого значения D по табл. 3.2 Приложения 1 находим расчетные параметры для 2-часового периода измерения:

ES: RPO = 10, BISO = 5, $S_1 = 1$, $S_2 = 9$

SES: RPO = 0, BISO = 0, $S_1 = 0$, $S_2 = 1$.

5) При вводе в эксплуатацию нескольких сетевых трактов, входящих в состав одного тракта более высокого порядка, находящегося в эксплуатации между двумя оконечными пунктами, и при наличии устройств эксплуатационного контроля ошибок в трактах, эти тракты могут проходить проверку в течение 15 мин каждый или могут быть все соединены последовательно по шлейфу и проходить проверку одновременно в течение 15 мин. При этом используются критерии оценки для одного направления передачи одного тракта. За каждый из периодов испытаний в 15 мин не должно быть ни одного события ES или SES или периода неготовности. При отсутствии устройств эксплуатационного контроля ошибок проверка проводится по п. 4). (Подробнее см. раздел 6).

4.2.3. Нормы для технического обслуживания цифровых сетевых трактов.

1) Нормы для технического обслуживания используются при контроле трактов в процессе эксплуатации, в том числе для определения необходимости вывода тракта из эксплуатации при значительном ухудшении показателей ошибок.

2) Проверка тракта в процессе технической эксплуатации осуществляется с помощью устройств эксплуатационного контроля ошибок за периоды времени 15 мин и 1 сутки.

3) Нормы для технического обслуживания включают в себя:

предельные значения неприемлемого качества — при выходе за пределы этих значений тракт должен выводиться из эксплуатации,

предельные значения пониженного качества — при выходе за пределы этих значений контроль данного тракта и анализ тенденций изменений характеристик должны проводиться более часто.

4) Для всех указанных норм технического обслуживания тракта пороговые значения для ES и SES устанавливаются в соответствии с техническими требованиями, определенными разработчиками конкретного вида аппаратуры системы передачи и устройств контроля показателей ошибок с учетом иерархического уровня данного тракта и цели испытаний.

Если эти пороговые значения не заданы, то они могут быть выбраны для режимов определения сетевого тракта с пониженным качеством и для определения необходимости вывода из эксплуатации при 15-минутном периоде наблюдения на уровне значений, приведенных в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Величины предельных значений для технического обслуживания для цифровых трактов при 15-минутном периоде наблюдения

Режим		Вывод из эксплуатации		Пониженное качество	
Распределение тракта D, (%)		ES	SES	ES	SES
0,5 →	2,5	120	15	0	0
3 →	4,0	120	15	1	0
4,5 →	7,0	120	15	2	0
7,5 →	10,0	120	15	3	0
10,5 →	11,0	120	15	4	0
11,5 →	13,0	150	15	4	0
13,5 →	15,5	150	15	5	0
16,0 →	18,5	150	15	6	0
19,0 →	20,0	150	15	7	0
20,5 →	21,5	180	15	7	0
22,0 →	24,5	180	15	8	0
25,0 →	27,0	180	15	9	0
27,5 →	30,0	180	15	10	0
30,5 →	33,0	180	15	11	0
33,5 →	36,0	180	15	12	0
36,5 →	40,0	180	15	13	0

Пример 6. Пусть требуется определить пороговое значение S, при превышении которого первичный сетевой тракт надо выводить из экс-

плуатации для ремонта. Тракт организован в ЦСП по ВОЛС и проходит по СМП ($L_1 = 3300$ км) и двум ВЗПС ($L_2 = 120$ км и $L_3 = 520$ км).

Округляем длины трактов до значений:

$$L^1_1 = 3500 \text{ км}, \; L^1_2 = 150 \text{ км}, \; L^1_3 = 600 \text{ км}$$

Находим значения D для каждого из участков по табл. 4.4:

$$D_1 = 0{,}05 + \frac{3500 - 2500}{500} 0{,}006 = 0{,}062$$

$$D_2 = 0{,}039, \; D_3 = 0{,}075.$$

Значение D для всего тракта:

$$D_\Sigma = 0{,}062 + 0{,}039 + 0{,}075 = 0{,}176$$

Это значение не превышает предельно допустимого значения 35%.

Для значения D_Σ находим ближайший интервал значений, приведенных в табл. 4.7:

$$D^1_\Sigma = 16 \rightarrow 18{,}5 \; (\%)$$

и определяем значения S:

$$S(ES) = 150, \; S(SES) = 15$$

4.2.4. Нормы для восстановления трактов

Предельные значения для показателей ошибок при вводе тракта в эксплуатацию после ремонта определяются аналогично случаю ввода в эксплуатацию вновь организованного тракта (п. 4.2.2), но при этом коэффициент k выбирается равным 0,125 для линейных трактов систем передачи и равным 0,5 для сетевых трактов и участков (см. табл. 4.6). Периоды наблюдения и порядок проверки соответствуют приведенным в п. 4.2.2.

5. НОРМЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФАЗОВОГО ДРОЖАНИЯ И ДРЕЙФА ФАЗЫ

5.1. Сетевые предельные нормы на фазовое дрожание на выходе тракта

Максимальное значение фазового дрожания на иерархических стыках в цифровой сети, которые должны соблюдаться при всех эксплуатационных условиях и независимо от количества оборудования, включенного в тракт перед рассматриваемым стыком, должны быть не более значений, представленных в табл. 5.1. Измерения должны проводиться по схеме рис. 5.1, значения частот среза фильтров приведены в табл. 5.1.

5.2. Сетевые предельные нормы на дрейф фазы

Сетевая предельная норма на дрейф фазы на любом иерархическом стыке не была определена и должна быть разработана в дальнейшем. Однако для стыков сетевых узлов определены следующие предельные значения.

Максимальная ошибка временного интервала (МОВИ) на стыках *любых сетевых узлов за период наблюдения* в S секунд не должна превышать:

а) для $S < 10^4$ — эта область требует дальнейшего изучения,

б) для $S > 10^4$ — $(10^2 \cdot S + 10000)$ нс.

Примечания.

1. МОВИ — это максимальный размах изменения времени запаздывания данного хронирующего сигнала, определяемый между двумя пиковыми отклонениями относительно идеального хронирующего сигнала в течение определенного периода времени S, т.е. МОВИ(S) = max x(t) - min x(t) для всех t в пределах S (рис. 5.2).

2. Вытекающие отсюда общие требования представлены на рис. 5.3.

Таблица 5.1

Максимально-допустимое фазовое дрожание на иерархическом стыке

Скорость в тракте, кбит/с	Сетевая предельная норма		Полоса измерительного фильтра			ЕИ, нс
	B1 полный размах, ЕИ	B2 полный размах, ЕИ	f_1, Гц	f_3, кГц	f_4, кГц	
64	0,25	0,05	20	3	20	15600
2048	1,5	0,2	20	18	100	488
8448	1,5	0,2	20	3	400	118
34368	1,5	0,15	100	10	800	29,1
139264	1,5	0,075	200	10	3500	7,18

Примечания.

1 Для канала со скоростью 64 кбит/с приведенные значения действительны только для сонаправленного стыка.

2. ЕИ — единичный интервал.

3. B_1 и B_2 — полный размах фазового дрожания, измеренный на выходе полосовых фильтров с частотами среза: нижней f_1 и верхней f_4 и нижней f_3 и верхней f_4 соответственно. Частотные характеристики фильтров должны иметь спады крутизной 20 дБ/декаду.

5.3. Предельные нормы на фазовое дрожание цифрового оборудования

а) Допуск на дрожание и дрейф фазы на цифровых входах

Любое цифровое оборудование различных иерархических уровней должно без существенного ухудшения в работе оборудования выдерживать на его входе цифровой псевдослучайный испытательный сигнал, модулированный синусоидальным дрейфом и дрожанием фазы с амплитудно-частотной зависимостью, определяемой рис. 5.4, и с предельными нормами, приведенными в табл. 5.2.

б) Максимальное выходное фазовое дрожание в отсутствие входного фазового дрожания

Максимальное фазовое дрожание, создаваемое отдельными видами оборудования при отсутствии фазового дрожания на его входе должно определяться требованиями на конкретные виды оборудования. В любом случае эти нормы не должны превышать максимально-допустимых сетевых норм.

в) Характеристики передачи дрожания и дрейфа фазы

Характеристики передачи фазового дрожания определяют частотную зависимость отношения амплитуды выходного фазового дрожания к амплитуде входного фазового дрожания для данной скорости передачи. Типичная характеристика передачи фазового дрожания приведена на рис. 5.5. Значение уровней x и y и частот f_1, f_5, f_6, f_7 определяются в требованиях на конкретные виды оборудования. В любом случае норма на уровень усиления передачи (x) не должна превышать 1 дБ.

Примечания.

1. Норма на характеристику передачи фазового дрожания приведена с целью накопления статистического материала и в дальнейшем может быть уточнена.

2. Норма на характеристику передачи дрейфа фазы подлежит разработке.

5.4. Нормы для фазового дрожания цифровых участков

Нормы для фазового дрожания относятся к условным эталонным цифровым участкам, протяженностью 280 км на магистральной сети и 50 км на внутризоновой сети. Эти нормы получены в предположении, что только несколько цифровых участков могут быть соединены последовательно и не учитывается фазовое дрожание от асинхронного оборудования группообразования. Если эти условия на реальных

Таблица 5.2

Значения параметров допусков на дрожание и дрейф фазы на входе тракта

Цифровая скорость, кбит/с	Полный размах в единичных интервалах				Частота								Псевдослучайный испытательный сигнал
	A_0	A_1	A_2	A_3	f_0	f_{10}	f_9	f_8	f_1	f_2	f_3	f_4	
64	1,15	0,25	0,05	*	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$ Гц	*	*	*	20 Гц	600 Гц	3 кГц	20 кГц	2^{11}-1 Рек.О.152
2048	36,9	1,5	0,2	18	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$ Гц	$4{,}88 \cdot 10^{-3}$ Гц	0,01 Гц	1,667 Гц	20 Гц	2,4 кГц	18 кГц	100 кГц	2^{15}-1 Рек.О.151
8448	152	1,5	0,2	*	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$ Гц	*	*	*	20 Гц	400 Гц	3 кГц	400 кГц	2^{15}-1 Рек.О.151
34368	618,6	1,5	0,15	*	*	*	*	*	100 Гц	1 кГц	10 кГц	800 кГц	2^{23}-1 Рек.О.151
139264	2506,6	1,5	0,075	*	*	*	*	*	200 Гц	500 Гц	10 кГц	3500 кГц	2^{23}-1 Рек.О.151

Примечания. 1. Для ОЦК действительно только для сонаправленного стыка.

2. Значения A_0 (18 мкс) представляет относительное фазовое отклонение поступающего сигнала относительно собственного хронирующего сигнала, полученного с помощью эталонного задающего генератора. Абсолютное значение A_0 составляет на входе узла (то есть на входе оборудования) 21 мкс в предположении, что максимальный дрейф тракта передачи между двумя узлами составляет 11 мкс. Разница в 3 мкс соответствует 3 мкс допуска на долговременное отклонение фазы национального эталонного задающего генератора (Рекомендация G.811, 3 с).

* — Значения изучаются.

трактах не соблюдаются, то может потребоваться введение более строгих норм или/и использование других средств сведения фазового дрожания к минимуму. Нормы для этого случая подлежат разработке.

Предельные нормы для цифровых участков должны соблюдаться на всех участках, независимо от длины и количества регенераторов, а также независимо от вида передаваемого сигнала.

а) Нижний предел допустимого входного фазового дрожания.

Необходимо соблюдать требования, приведенные в п. 5.3а (рис. 5.4 и табл. 5.2).

б) Характеристики передачи фазового дрожания.

Максимальное усиление функции передачи фазового дрожания не должно превышать 1 дБ.

Примечания.

1. Нижний предел частоты должен быть как можно меньше с учетом ограничений измерительного оборудования (значение примерно 5 Гц считается приемлемым).

2. Для линейных участков со скоростью 2048 кбит/с на внутризоновой сети допускается большее значение усиления фазового дрожания — в 3 дБ (предельное значение подлежит уточнению).

в) Выходное фазовое дрожание в отсутствие фазового дрожания на входе.

Максимальный полный размах фазового дрожания на выходе цифрового участка в отсутствие фазового дрожания на входе для любого возможного состояния сигнала не должен превышать значений, приведенных в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Максимальное выходное фазовое дрожание для цифрового участка в отсутствие фазового дрожания на входе

Скорость, (кбит/с)	Длина УЭЦУ, км	Максимальное выходное фазовое дрожание для цифрового участка		Полоса измерительного фильтра		
				Полосовой фильтр с нижней частотой среза f_1 и f_2 и верхней частотой среза f_4		
		Предельные значения для низких частот (f_1-f_4), полный размах ЕИ	Предельные значения для высоких частот (f_3-f_4), полный размах ЕИ	f_1, Гц	f_3, кГц	f_4, кГц
2048	50	0,75	0,2	20	18	100
8448	50	0,75	0,2	20	3	400
34368	50	0,75	0,15	100	10	800
34368	280	0,75	0,15	100	10	800
139264	280	0,75	0,075	200	10	3500

ЕИ — единичный интервал

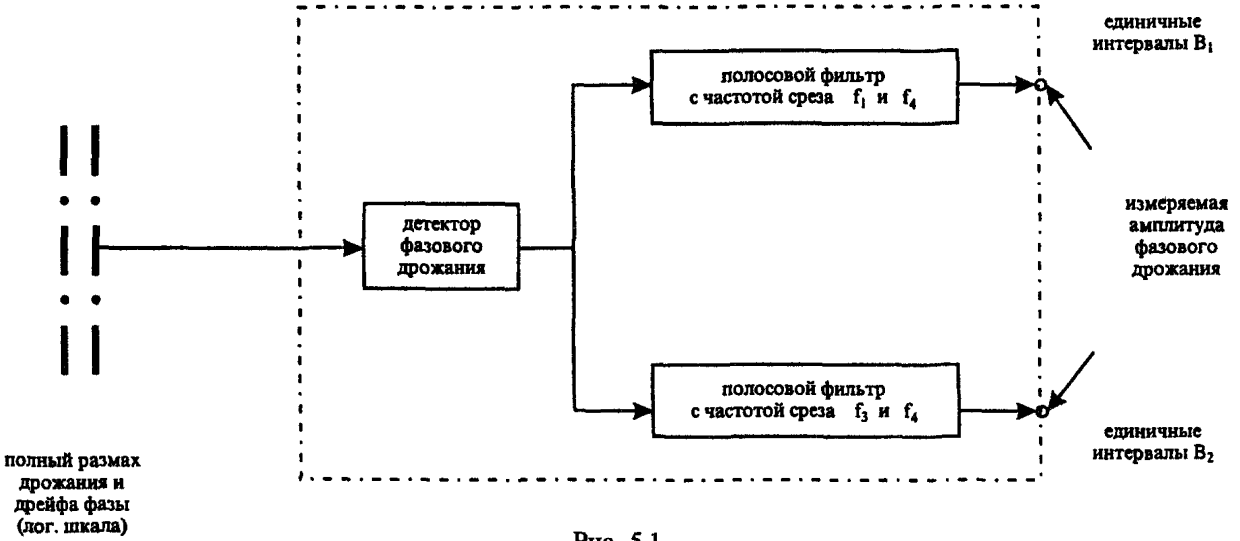


Рис. 5.1

Схема измерения выходного фазового дрожания
на иерархическом стыке или на выходе оборудования

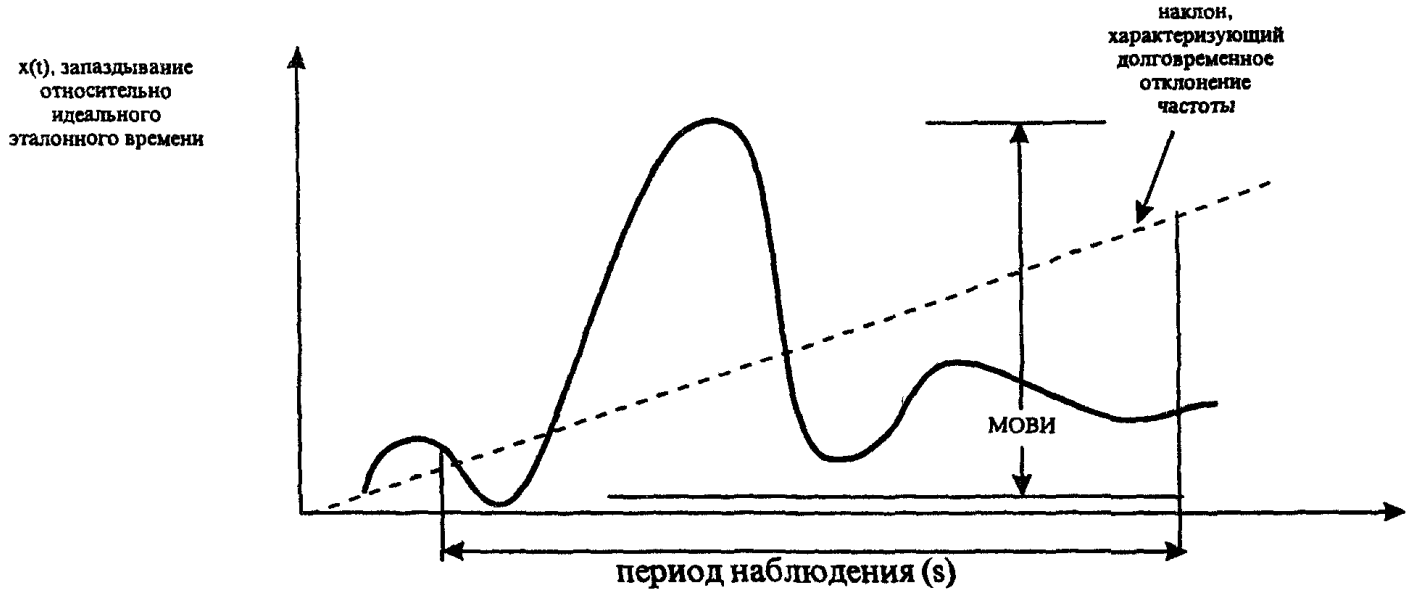


Рис. 5.2

Определение максимальной ошибки временного интервала

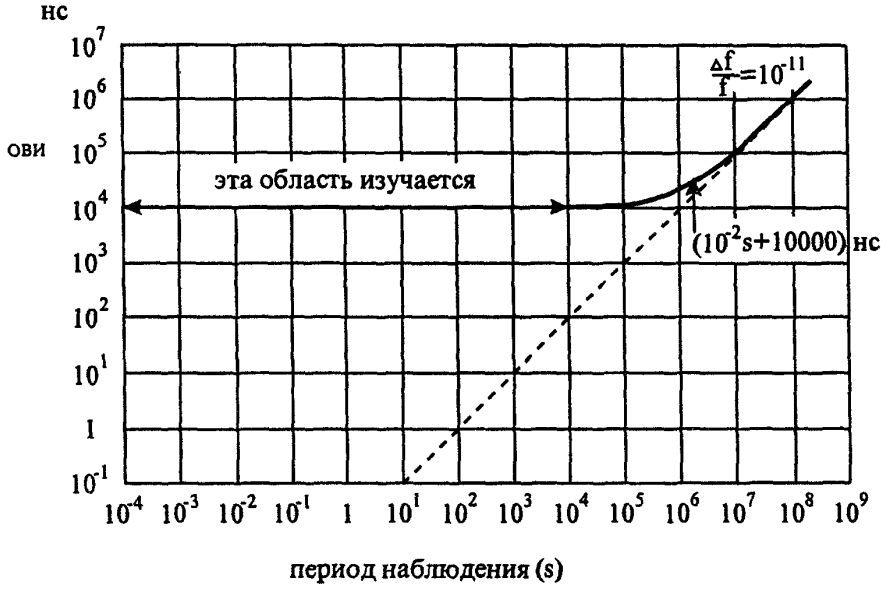


Рис. 5.3

Зависимость максимально допустимой ошибки временного интервала (МОВИ) на выходе сетевого узла от периода наблюдения

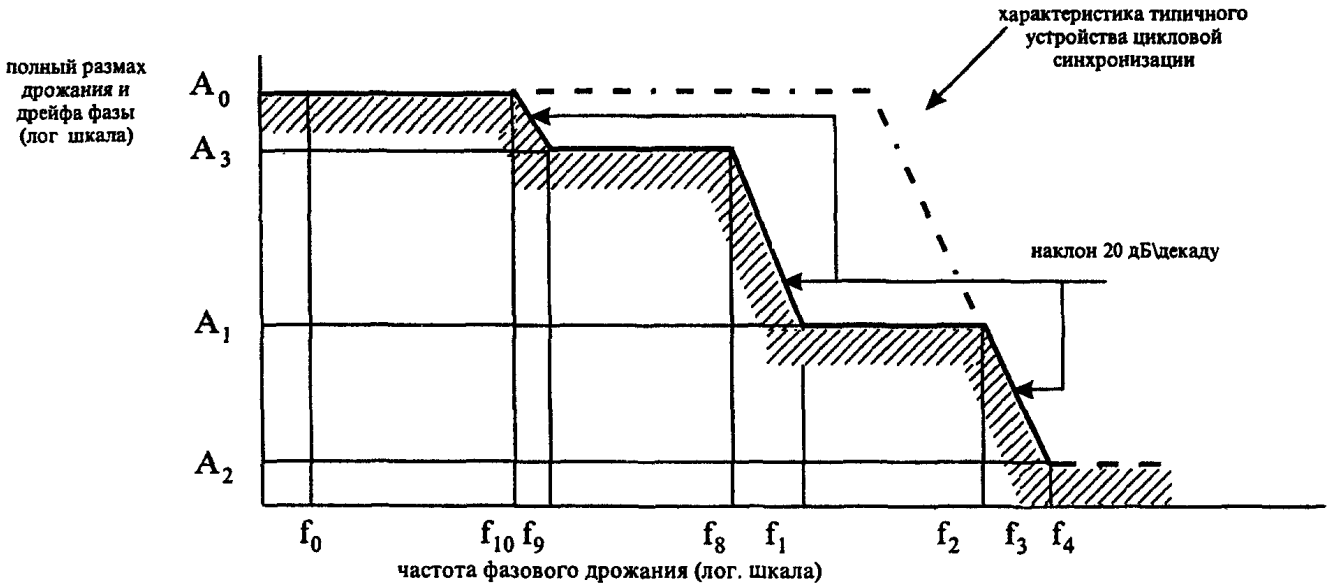


Рис. 5.4

Нижний предел максимально допустимого входного дрожания и дрейфа фазы

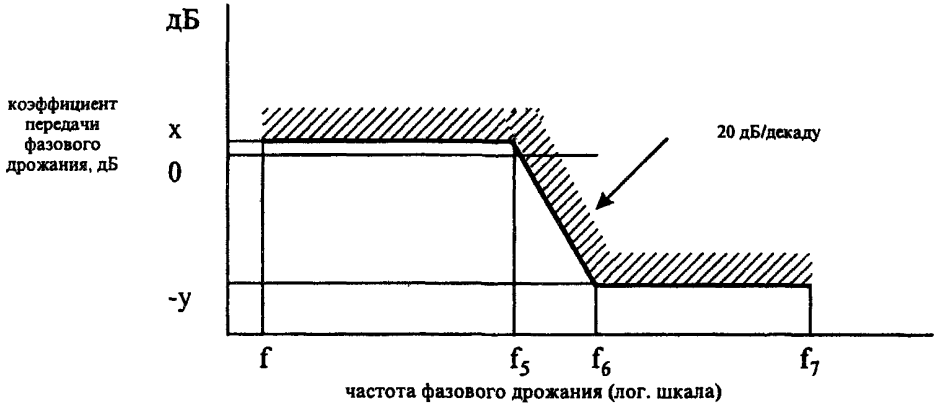


Рис. 5.5

Типичные характеристики передачи фазового дрожания

6. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ И ТРАКТОВ

6.1. Общие положения

6.1.1. Приведенные в настоящем разделе методы измерений распространяются на основной цифровой канал (ОЦК), первичные, вторичные, третичные и четверичные цифровые сетевые тракты.

6.1.2. Методы измерения приводятся для двух нормируемых параметров: показателей ошибок и фазового дрожания в разделах 6.2 и 6.3 соответственно.

6.1.3. Измерения цифровых каналов и трактов на соответствие нормам проводятся по-разному в зависимости от выполняемой функции техобслуживания и могут быть подразделены на следующие виды: измерения на соответствие долговременным нормам; измерения при вводе трактов в эксплуатацию; измерения при техническом обслуживании.

6.1.4. Измерения на соответствие долговременным нормам проводятся при приемке каналов и трактов, образованных в новых системах передачи, ранее не применявшихся на сети ВСС России, обычно такие измерения проводятся одновременно с сертификационными испытаниями оборудования, а также при эксплуатационных исследованиях, организуемых в рамках работ по повышению эксплуатационной надежности сети. Эти измерения выполняются по отдельному графику работ силами эксплуатационного персонала, производственных лабораторий с привлечением специалистов НИИ.

Измерения этого вида являются наиболее длительными и полными. Соответствие нормам по показателям ошибок должно оцениваться не менее 1 месяца, методика измерений приведена в п. 6.2.1. При этом виде измерений, как правило, проверяются все нормируемые характеристики фазового дрожания с целью выработки рекомендаций по улучшению работы трактов.

6.1.5. Методы измерений при вводе в эксплуатацию проводятся как для случаев сдачи в эксплуатацию цифровых сетевых трактов и каналов передачи в новых системах передачи, так и ввода в эксплуатацию новых трактов и каналов, организуемых на существующих вышестоящих (линейных и сетевых) трактах.

6.1.6. Измерения при вводе в эксплуатацию проводятся, как правило, только по показателям ошибок в течение более коротких периодов времени. Порядок и рекомендации по их проведению приведены в п. 6.2.2.

При вводе в эксплуатацию цифровых каналов и сетевых трактов обычно достаточным является измерение показателей ошибок. Но с целью накопления статистических данных по первичной сети в 1-й год с момента введения норм проверка на соответствие нормам на дрожание и дрейф фазы является обязательной для указанного вида испытаний. В некоторых случаях при вводе трактов в эксплуатацию может потребоваться при невыполнении норм на коэффициент ошибок проведение исследований фазового дрожания.

Цель измерений состоит в том, чтобы убедиться в правильной работе цифрового канала или сетевого тракта с точки зрения передачи информации и выполнения действий по техобслуживанию.

При этом предполагается, что участки транзита цифрового тракта (простые цифровые тракты) уже подвергнуты проверке на работоспособность в процессе настройки.

6.1.7 Измерения при вводе в эксплуатацию должны включать не только периоды непосредственно измерений показателей ошибок, описанные ниже, но и периоды работы аппаратуры на линии, когда по встроенному контролю можно убедиться, что нет никаких нарушений, связанных с промышленной деятельностью (под промышленной деятельностью понимается все, что может отрицательно влиять на систему передачи, от действий по техобслуживанию на другом оборудовании до вибрации, вызываемой проходящим транспортом).

6.1.8. Испытания при вводе в эксплуатацию должны проводиться по заранее составленному графику, в котором рекомендуется предусмотреть также периоды для решения возникающих во время измерений проблем без нарушения графика испытаний.

6.1.9. Измерения при техническом обслуживании могут проводиться не только по показателям ошибок, хотя эти измерения являются основными, с них начинается локализация повреждений.

Эти измерения проводятся с целью нахождения неисправного участка тракта, стойки, блока. В зависимости от степени охвата нормируемых параметров встроенным в аппаратуру, образующую тракт, контролем без прекращения связи и от вида неисправности (повреждения) требуется проведение более или менее сложных измерений внешними средствами измерений. Время измерения при устранении достаточно грубых повреждений может быть небольшим, при более сложных повреждениях могут потребоваться длительные циклы измерений. Рекомендации по этому виду измерений приведены в п. 6.2.3.

6.1.10. Методы измерения цифровых каналов передачи и цифровых сетевых трактов изложены в настоящем документе, исходя из Рекомендаций МСЭ-Т, G.821, G.826, M.2100, M.2110, M.2120, Рекомендаций серии О на технические характеристики средств измерений, а также технических возможностей отечественной и зарубежной измерительной аппаратуры.

Требования, предъявляемые к средствам измерения показателей ошибок и фазового дрожания, приведены в разделе 6.4.

6.1.11. Рекомендуемый перечень средств измерений приведен в Приложении 3. В нем даны таблицы с характеристиками отечественных и зарубежных средств измерений и пояснения к ним. Следует учесть, что к настоящему времени только 2—3 зарубежных прибора полностью соответствуют требованиям по измерению цифровых трактов на соответствие нормам, рекомендованным МСЭ-Т (это относится, в первую очередь к оценке долговременных норм).

Выбор приборов должен осуществляться, исходя из приведенного перечня средств измерений, их технических характеристик, назначения (вида измерений) и типов подлежащих измерению трактов.

6.1.12. В методике учтено наличие средств встроенного контроля без прекращения связи, которые имеются в современной зарубежной и должны быть в перспективной отечественной аппаратуре цифрового группообразования.

6.2. Методы измерения показателей ошибок

6.2.1. Измерения на соответствие долговременным нормам (п. 4.1 Норм)

6.2.1.1. Оценка с прекращением связи

Показатели ошибок цифровых каналов и трактов для оценки их на соответствие долговременным нормам рекомендуется измерять с прекращением связи с помощью специализированных приборов для измерения показателей ошибок, в которых предусмотрено получение стандартизированного для данного типа канала или тракта измерительного сигнала в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т О.150 и анализ потока ошибок в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т G.821 (для ОЦК) и G.826 (для трактов со скоростью 2048 кбит/с и выше).

Определения показателей ошибок, соответствующие данным Рекомендациям приведены в Разделе 1.

Период измерений для оценки на соответствие долговременным нормам должен быть не менее 1 месяца, поэтому применяемые для этой цели средства измерения должны быть автоматизированными, с запоминанием и выходом на ЭВМ или регистрацией результатов измерения.

6.2.1.2. Оценка без прекращения связи

Если измеряемый тракт образован с помощью современной аппаратуры, имеющей встроенные средства контроля без прекращения связи, производящие оценку показателей ошибок по блокам реального сигнала и выдающие сведения об обнаруженных аномалиях и дефектах (см. Приложение 4) в систему технической эксплуатации, где обеспечивается их запоминание и регистрация (с фиксацией времени появления) и/или выработка на их основе показателей ошибок, то оценка тракта на соответствие долговременным нормам может проводиться без закрытия связи на основании этой информации за длительные периоды времени (рекомендуется хранение этой информации в системе техэксплуатации до 1 года).

Если встроенный контроль не обеспечивает оценки показателей ошибок без прекращения связи в необходимом объеме, то она может проводиться средствами измерения, выполняющими эти функции.

Однако, следует иметь в виду, что способ оценки показателей ошибок без прекращения связи считается менее точным (из-за возможного пропуска обнаруживаемых событий) и предпочтительным является измерение с прекращением связи.

6.2.2. Измерения на соответствие оперативным нормам при вводе каналов и трактов в эксплуатацию (п. 4.2.2 Норм)

6.2.2.1 Показатели ошибок цифровых каналов и трактов для оценки их соответствия нормам по вводу в эксплуатацию измеряются с помощью специализированных средств измерения и/или встроенного контроля

согласно изложенной в настоящем разделе процедуре. Для измерения с прекращением связи должны использоваться измерители показателей ошибок, в которых предусмотрено получение стандартизованного для данного типа канала или тракта измерительного сигнала в виде псевдослучайной последовательности (ПСП) в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т О.150 и анализ потока ошибок в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т М.2100. Требования к приборам см. в разделе 6 4

Если измеряемый тракт образован с помощью современной аппаратуры, имеющей встроенные средства контроля без прекращения связи, производящие оценку показателей ошибок по реальному сигналу в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т М.2100 и выдающие сведения об обнаруженных аномалиях и дефектах (см. Приложение 4) в систему технической эксплуатации, где обеспечивается их запоминание, регистрация и выработка показателей ошибок, то проверка тракта при вводе в эксплуатацию на определенных этапах процедуры, описанной ниже, может проводиться без закрытия связи за необходимые периоды времени.

6.2 2 2. Порядок измерений и их длительность определяется структурой подлежащего испытаниям тракта:

участок транзита;

простой или составной тракт;

первичный тракт или тракт более высокого порядка;

первый из трактов, образованных в тракте высшего порядка, или остальные;

наличие системы встроенного контроля и т.п. (см ниже более подробно).

Исходя из информации о тракте (его длина, длительность испытаний) должны быть определены нормы RPO и пороги S_1 и S_2 (см. нормы для ввода в эксплуатацию, раздел 4.2). Правила оценки показателей ошибок по результатам измерений и контроля без прекращения связи приведены в Приложении 4.

6 2.2 3. Схема измерений должна соответствовать одной из показанных на рис. 6 1 (предпочтительно использовать схемы а) и в)

6 2 2 4. Процедура испытаний

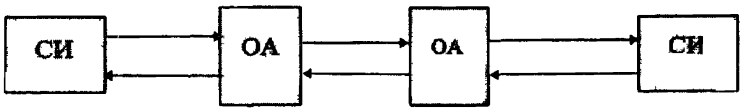
В данном пункте в общем виде изложена процедура испытаний цифровых каналов и трактов при вводе в эксплуатацию (см рис 6.1)

Она состоит из следующих шагов:

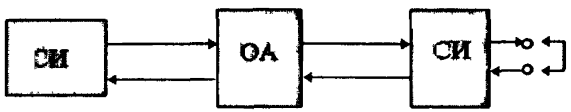
Шаг 1.

Первоначальные испытания должны проводиться с прекращением связи в течение 15-минутного периода времени при помощи измерительного прибора, обеспечивающего подачу на вход тракта сигнала в виде ПСП (предпочтительно сформированный в виде цикла) и измерение показателей ошибок (требования к средствам измерения см. в разделе 6.4) В течение 15-минутного периода времени не должно быть ошибок или случаев неготовности. Если появляется любое из этих событий, этот шаг должен быть снова повторен до двух раз. Если в течение третьего (и последнего) испытания будет любое из этих событий, должна проводиться локализация неисправности

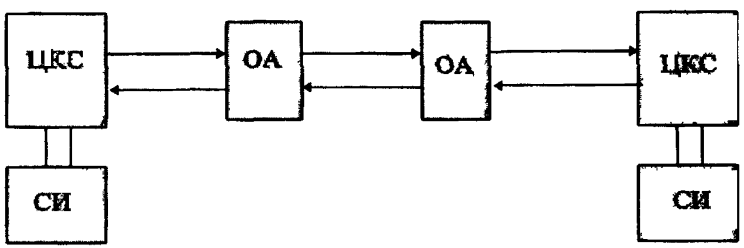
а) Измерения по направлению



б) Измерения по шлейфу

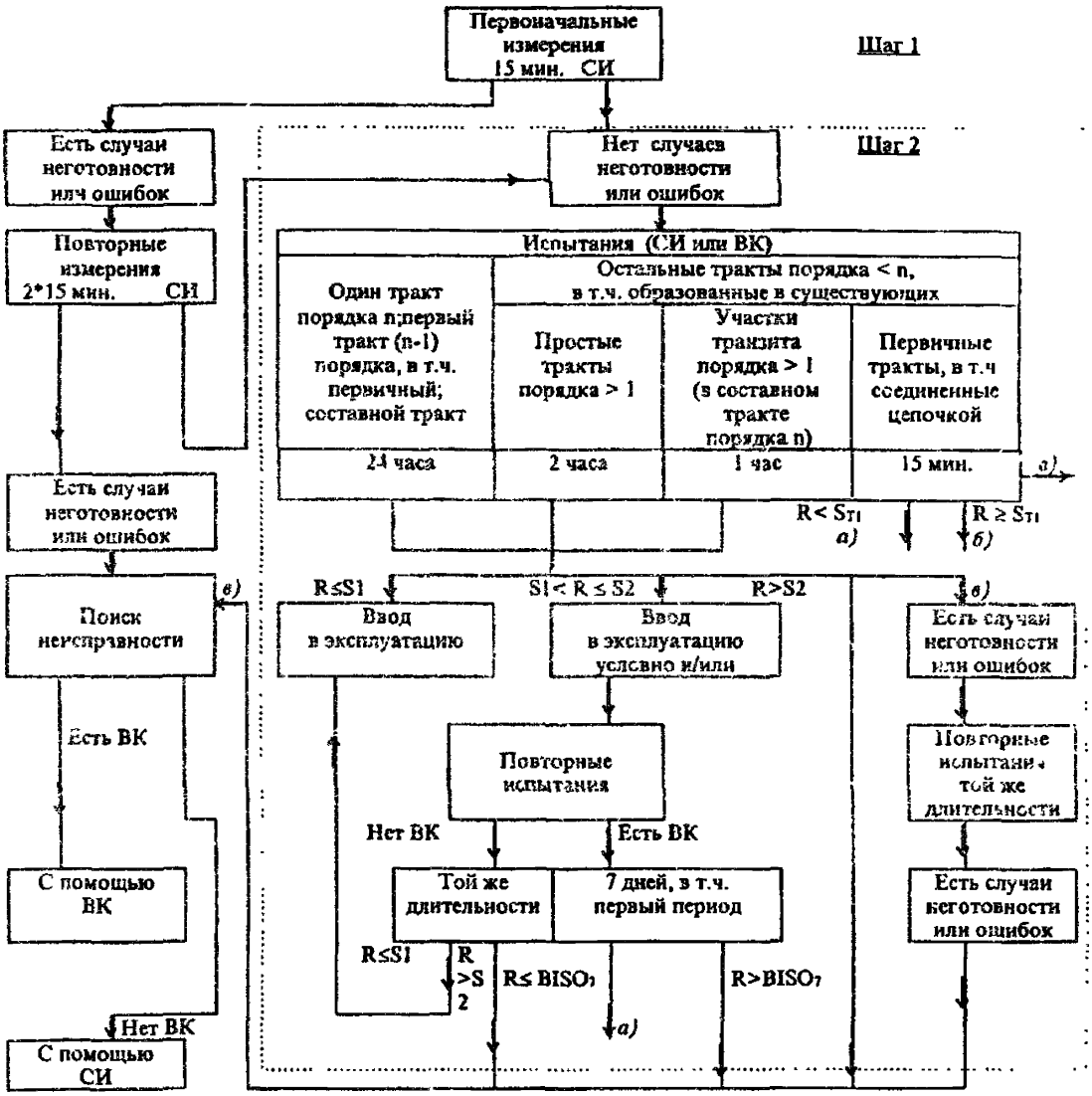


в) Измерения с помощью кроссового соединителя



Обозначения:
ОА — оконечная аппаратура;
СИ — средство измерения;
ЦКС — цифровой кроссовый соединитель

Рис. 6.1
Схемы измерения цифровых трактов



Обозначения:

ВК — встроенный контроль без прекращения связи;

СИ — средства измерений с прекращением связи;

R — результат измерений;

S1 и S2 — значения норм для ввода в эксплуатацию для соответствующей длительности оценки (см. приложение 1);

$BISO_7$ — значение для 7-дневного периода;

S_{T1} — значения эксплуатационных норм для периода оценки 15 мин.

Рис. 6.2

Порядок испытаний цифровых трактов при вводе в эксплуатацию

Шаг 2:

После удачно выполненного первого шага проводятся измерения в течение 24-часового (или другого, соответствующего данному типу тракта) периода времени. Эти измерения в сетевых трактах могут проводиться без прекращения связи, если в аппаратуре образования тракта имеется встроенный контроль, обеспечивающий оценку показателей ошибок. Если такого контроля нет, измерение проводится с использованием измерительного прибора.

Если в любое время в течение этих испытаний произойдет случай неготовности, фиксируемый измерительным прибором или средствами встроенного контроля, должна быть найдена причина и проведены новые испытания. Если новый случай неготовности будет иметь место во время повторных испытаний, испытания должны быть приостановлены до устранения причины появления случая неготовности.

Примечание. Если имеющиеся технические средства (измерения и контроля) не позволяют регистрировать случаи неготовности, допускается, чтобы эти требования по случаям неготовности не учитывались.

После окончания необходимого периода времени результаты измерений сравниваются с порогами S_1 и S_2 норм на каждый параметр для данного канала или тракта и данной длительности измерения.

При этом возможны следующие случаи:

если значения и ES, и SES меньше или равны соответствующим значениям S_1, тракт (канал) принимается и вводится нормальный режим работы;

если значения ES или SES (или оба) больше или равно соответствующим значениям S_2, тракт (канал) бракуется и вводится режим локализации неисправности в соответствии с процедурами, данными в подразделе 6.2.3;

если значения или ES, или SES (или оба) больше соответствующих значений S_1, но оба меньше соответствующих значений S_2, тракт (канал) может быть или принят условно или подвергнут повторным испытаниям той же длительности, если не имеется встроенного контроля, а если он имеется, то тракт принимается условно и испытания продолжаются до 7 суток с учетом первого периода испытаний. По окончании повторных испытаний результаты сравниваются с нормами для данного тракта (канала), т.е. со значениями BISO для 7 суток.

Процедура сравнения с нормами по окончании шага 2 проиллюстрирована на рис. 6.3.

Примечание. Если проводятся измерения по шлейфу (схема рис. 6.2б), должны рассматриваться значения S_1 и S_2 для одного направления передачи. При этих условиях невозможно оценивать ухудшение раздельно по направлениям. Если измерения дают отрицательный результат, они проводятся снова отдельно по направлениям.

6.2.2.5. Порядок и длительность испытаний

При вводе в эксплуатацию одного цифрового тракта (как правило высшего порядка, соответствующего порядку линейного тракта вво-

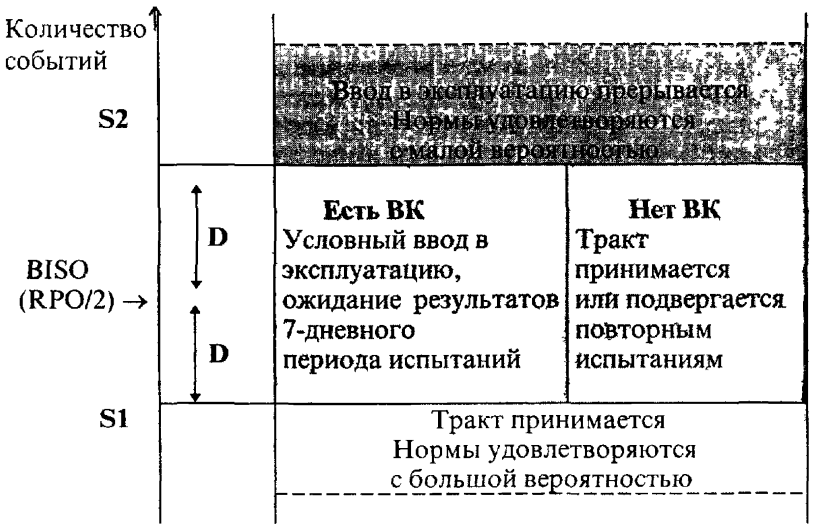


Рис. 6.3

Предельные значения и условия для ввода в эксплуатацию

димой в эксплуатацию цифровой системы передачи) испытания должны проводиться согласно процедуре, описанной в разделе 6.2.2.4, причем длительность измерений шага 2 должна составлять 24 часа.

При вводе в эксплуатацию более одного цифрового тракта в одно и то же время процедура, которая должна быть использована, зависит от того, был ли тракт более высокого порядка, в котором образованы подлежащие испытаниям тракты, в эксплуатации некоторое время или он также новый. Процедуры для трактов первого порядка зависят также от того, имеется или нет встроенный контроль без прекращения связи (ВК).

На рис. 6.1 показаны возможные варианты с указанием рекомендуемой длительности 2-го шага измерений. Ниже описаны эти варианты.

В каждом тракте высшего порядка (со скоростью выше первичной) или транзитном участке такого тракта:

первый нижестоящий тракт должен проверяться в течение 24 часов;

остальные нижестоящие тракты того же порядка проверяются в течение одного или двух часов в зависимости от того, являются они простыми трактами или участками транзита составного тракта. В первом случае он должен проверяться в течение двух часов. Если нижестоящий тракт должен быть соединен с другими участками транзита для образования составного тракта, он должен проверяться в течение одного часа и затем весь составной тракт между двумя оконечными станциями тракта в течение 24 часов;

первый первичный цифровой тракт каждого тракта более высокого порядка должен проверяться в течение 24 часов, есть или нет ВК;

остальные цифровые тракты должны проверяться в течение 15 минут каждый. Эти нижестоящие тракты могут быть соединены последовательно с помощью шлейфов и проверяться одновременно в течение 15 мин. Если используется эта процедура, то за 15-минутные сеансы измерения не должно быть ни одного случая секунд с ошибками или неготовности.

Описанная выше процедура относится также к ОЦК с учетом того, что проверяется он только средствами измерений без применения средств встроенного контроля.

6.2.3. Измерения на соответствие оперативным нормам при техническом обслуживании каналов и трактов (п. 4.2.3 Норм)

6 2.3 1. Общие положения

При техническом обслуживании цифровых каналов и сетевых трактов измерения проводятся в процессе устранения причин ухудшенного качества, при их отсутствии измерения проводить не рекомендуется.

После внедрения АСТЭ (автоматизированной системы технической эксплуатации) основная роль в процессе обнаружения повреждений будет возлагаться на подсистему непрерывного контроля с помощью средств встроенного контроля (ВК) без прекращения связи, которые должны обеспечивать обнаружение аномалий и ошибок без прекращения связи, оценку на основании полученной информации показателей ошибок, сравнение их с установленными порогами, выдачу сигналов ухудшенного и неприемлемого качества и определение поврежденного объекта технического обслуживания. Использование средств измерений при этом не требуется.

В стадии, предшествующей полному внедрению подсистемы непрерывного контроля (состояние «пред-ISM» согласно терминологии Рекомендации МСЭ-Т М.2120), не обеспечивается выдачи стандартизованных параметров из долговременной памяти показателей качества В этой ситуации единственной возможностью после обнаружения повреждения или нарушений работы тракта (путем жалоб потребителя или средствами контроля нижестоящего тракта) является контроль в последующий период с использованием средств измерения В зависимости от характера повреждения проводятся измерения без прекращения или с прекращением связи.

6 2.3.2. Процедуры локализации повреждений в цифровых трактах

Эффективность процедуры локализации повреждений в значительной степени зависит от типа информации, имеющейся в тракте на каждой скорости передачи в битах (т.е. информация CRC, слово циклового синхросигнала и т.п).

а) Локализация повреждений без непрерывного контроля

При отсутствии подсистемы непрерывного контроля процесс локализации повреждений должен обычно начинаться после жалобы пользователя.

В этой ситуации единственной возможностью является контроль после события. Этот процесс не может гарантировать идентификации источника первоначальной причины нарушения функционирования, особенно если она носит перемежающийся характер.

Главная руководящая станция, ответственная за поврежденный тракт, должна:

определить маршрут тракта;

разделить тракт на участки. Если связь не полностью прервана, приборы для измерения без закрытия связи (по нарушению алгоритма кода, ошибкам циклового синхросигнала) в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т О.161 и О.162 (см. также раздел 6.4), должны быть размещены в разных доступных точках вдоль тракта, чтобы определить, какой участок поврежден. Эти измерения проводятся в защищенных точках контроля или приборами с высокоомным входом;

скоординировать процесс измерения так, чтобы вспомогательная руководящая и транзитная станции начинали и заканчивали измерения в одно и то же время;

свести результаты в один пункт: или на главную руководящую станцию, или пункт, откуда поступило сообщение о повреждении, и путем сравнения определить поврежденный участок;

убедиться, что в тракте нет «белых пятен» для контроля. «Белое пятно» — это часть тракта, имеющаяся между двумя контролируемыми частями (например, распределительные стойки, оборудование кроссового соединения и т.п.), не охваченная контролем.

Если повреждено несколько участков, локализация повреждений должна обычно сосредоточиваться на самом худшем участке. Там, где имеется дополнительная попытка техобслуживания, общее время вывода из эксплуатации может быть уменьшено при использовании этой дополнительной попытки. Однако, необходимо осуществлять управление этим процессом, чтобы один техник (или группа) не замаскировали проблему, над которой работает другой.

Если связь полностью прервана или отсутствуют приборы для измерений без прекращения связи, а также для ОЦК должна быть применена та же описанная выше процедура локализации повреждения, но с подачей на вход тракта измерительного сигнала в виде ПСП (если возможно, сформированного в форме цикла) с использованием соответствующего измерителя показателей ошибок (см. раздел 6.4).

Размещение точек введения измерительного сигнала и измерения должно быть выбрано с точки зрения эффективности локализации повреждения. Это включает в себя и возможность образования шлейфов.

б) Локализация повреждений при наличии подсистемы непрерывного контроля

Главная руководящая станция тракта информируется о проблемах с помощью средств встроенного контроля, долговременного анализа и/или путем жалоб потребителей.

Главная руководящая станция тракта должна:

предпринять корректирующее действие;

подтвердить неприемлемый или ухудшенный уровень тракта пу-

тем обращения к долговременной памяти (данных, полученных при вводе в эксплуатацию и т.п.) по данному тракту.

Как только начаты процедуры локализации повреждения цифровой системы передачи, руководящая станция соответствующего объекта техобслуживания должна обеспечивать дополнительную информацию для базы данных АСТЭ, из которой главная руководящая станция сетевого тракта получает информацию, в результате чего не предпринимается лишних действий.

Если описанная выше процедура не может быть применена, должен быть определен маршрут тракта и опрошены руководящие станции более высокого уровня для определения первопричины. Этот опрос должен быть выполнен напрямую или с помощью базы данных. Информация для обмена должна быть в форме информации качества, оговоренной в Нормах, причем все события должны иметь обозначения времени и места регистрации. Процедура должна вести к локализации проблемы руководящей станцией объекта техобслуживания, где возникла неисправность.

6.3. Методы измерения фазового дрожания

6.3.1. Измерение допустимого значения входного фазового дрожания (пп. 5.3а и 5.4а Норм)

6.3.1.1. Общие положения

Проверка работоспособности цифрового канала или тракта при максимально допустимом входном фазовом дрожании производится путем подачи на вход канала измерительного сигнала с введенным фазовым дрожанием, значение и частота его устанавливаются в соответствии с нормами на максимально допустимый размах синусоидального фазового дрожания на входе и измерением на выходе этого канала или тракта показателей ошибок в соответствии с методикой раздела 6.2.

Более подробно методика измерения допустимого значения фазового дрожания на входе цифрового канала, тракта или аппаратуры изложена ниже. Допустимое значение фазового дрожания определяется как амплитуда синусоидального фазового дрожания, которое, будучи поданным на вход тракта или аппаратуры, вызывает заданное ухудшение показателя ошибок. Допустимое отклонение фазового дрожания зависит от амплитуды и частоты поданного фазового дрожания. Амплитуды синусоидального входного фазового дрожания, допускаемые на заданной частоте, определяются как все амплитуды до (но не включая) той амплитуды, которая вызывает нормированное ухудшение показателей ошибок.

Нормированное ухудшение показателя ошибок может выражаться в виде двух критериев: увеличение коэффициента ошибок по битам (K_o) и момент появления ошибок. Необходимо рассмотреть оба критерия, поскольку допуск на входное фазовое дрожание измеряемого объекта определяется, в основном, двумя следующими факторами: способностью схемы восстановления хронирующего сигнала точно восстанавливать хронирующий сигнал из информационного

сигнала с фазовым дрожанием и, возможно с другими ухудшениями качества (искажение импульсов, переходное влияние, шум и т.д.); способностью выдерживать динамически меняющуюся скорость входного цифрового информационного сигнала (например, способностью к цифровому выравниванию и емкостью буферного ЗУ по входу и выходу из синхронизма в асинхронной цифровой аппаратуре группообразования).

Критерий увеличения Ко позволяет определять (независимо от условий) воздействие фазового дрожания на схему решения, что очень важно для оценки первого фактора. Критерий появления ошибок рекомендуется для оценки второго фактора. Ниже рассматриваются оба метода.

6.3.1.2. Метод по критерию увеличения K_o

Критерий увеличения K_o для измерений допустимого значения фазового дрожания определяется как амплитуда фазового дрожания (на заданной частоте фазового дрожания), удваивающего K_o, что обусловлено определенным уменьшением отношения сигнал/шум. Процедура метода разделяется на два этапа. На первом этапе определяются два значения K_o в зависимости от отношения сигнал/шум в эталонных точках измеряемого объекта. При нулевом фазовом дрожании к сигналу добавляется шум или сигнал ослабляется до получения нужного первоначального K_o. Затем шум или затухание сигнала снижается до момента, когда K_o уменьшится в 2 раза.

На втором этапе на определенной частоте в испытательный сигнал вводится фазовое дрожание до момента получения первоначально выбранного значения K_o. Введенное эквивалентное фазовое дрожание представляет собой точную и воспроизводимую меру допустимого фазового дрожания схемы решения. Второй этап метода повторяется для достаточного количества частот, чтобы измерение точно показывало постоянный допуск синусоидального входного фазового дрожания для испытываемого объекта в используемом диапазоне частот. Измерительное устройство должно обеспечивать генерирование сигнала с управлением фазовым дрожанием, получение управляемого отношения сигнал/шум в информационном сигнале и измерение получаемого в итоге Ко испытываемого объекта.

На рис. 6.4 представлена схема измерения, применяемая для метода по критерию увеличения K_o. Аппаратура, обозначенная пунктирными линиями, используется по желанию. Дополнительный частотный синтезатор обеспечивает более точное определение частот, используемых для измерения. Дополнительный приемник фазового дрожания может применяться для контроля амплитуды вырабатываемого фазового дрожания.

Порядок работы:

а) установить соединение, как показано на рис. 6.4. Проверить целостность и убедиться, что измеряемый объект работает без ошибок;

б) при отсутствии фазового дрожания увеличить шум (или ослабить сигнал) до получения не менее 100 ошибок по битам в секунду;

в) зарегистрировать соответствующий K_o и отношение сигнал/шум;

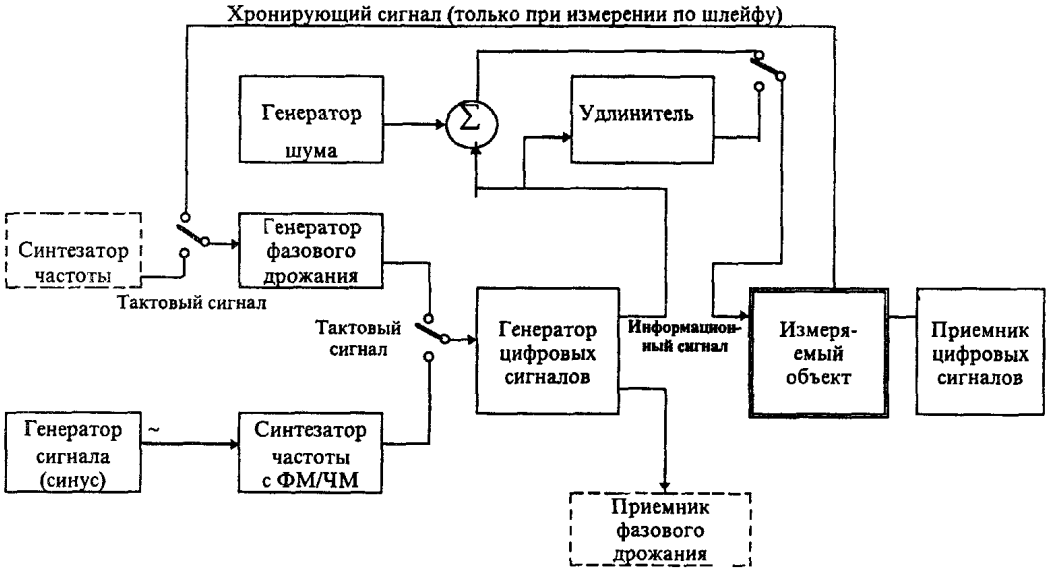


Рис. 6.4

Схема измерения допустимого фазового дрожания
(метод по критерию увеличения $K_{ош}$)

г) увеличить отношение сигнал/шум на определенную величину;

д) установить частоту входного фазового дрожания на нужное значение;

е) регулировать амплитуду фазового дрожания до получения первоначального значения $K_{\text{о}}$, зарегистрированного в в);

д) зарегистрировать амплитуду и частоту поданного входного фазового дрожания и повторить операции г) — д) с числом частот, достаточным для определения характеристики допустимого фазового дрожания.

6.3.1.3. Метод с использованием критерия появления ошибок

Критерий появления ошибок для измерения допустимого значения фазового дрожания определяется как наибольшая амплитуда фазового дрожания на заданной частоте, дающая в конечном счете не более двух секунд с ошибками, суммируемых в последовательных 30-секундных измерительных интервалах, в течение которых амплитуда фазового дрожания возрастала.

Рассматриваемый метод заключается в регулировке частоты фазового дрожания и в определении амплитуды фазового дрожания испытательного сигнала, обеспечивающего соблюдение критерия появления ошибок. Данный метод включает в себя следующие операции:

1) исключение «переходной области» амплитуды фазового дрожания (в которой прекращается безошибочная работа);

2) измерение отдельных секунд с ошибками в течение 30 секунд для каждого увеличения амплитуды фазового дрожания, начиная с области, указанной в пункте 1);

3) определение наибольшей амплитуды фазового дрожания, при которой суммарное количество секунд с ошибками не превышает двух.

Процесс повторяется для числа частот, достаточного для того, чтобы измерение точно отражало допустимое для испытываемого объекта синусоидальное входное фазовое дрожание в необходимом диапазоне частот. Измерительное устройство должно вырабатывать сигнал с управляемым фазовым дрожанием и измерять количество секунд с ошибками, обусловленных фазовым дрожанием во входном сигнале.

На рис. 6.5 представлено измерительное устройство, используемое для метода по критерию появления ошибок. Дополнительный частотный синтезатор обеспечивает более точное определение частот, используемых для измерения. Дополнительный приемник фазового дрожания служит для контроля амплитуды генерируемого фазового дрожания.

Порядок работы:

а) установить соединения, как показано на рис. 6.5. Проверить целостность и убедиться, что измеряемый объект работает без ошибок;

б) установить частоту входного фазового дрожания на нужное значение и отрегулировать амплитуду фазового дрожания на 0 единичных интервалов полного размаха;

в) увеличивать амплитуду фазового дрожания с помощью грубой регулировки для определения области амплитуд, в которой прекращается безошибочная работа. Уменьшить амплитуду фазового дрожания до уровня, при котором начинается эта область;



Рис 6 5

Схема измерения допустимого фазового дрожания
(метод по критерию появления ошибок)

г) зарегистрировать число секунд с ошибками, отмеченных за 30-секундный измерительный интервал. Следует иметь ввиду, что первоначальное измерение должно показывать отсутствие секунд с ошибками;

д) увеличивать амплитуду фазового дрожания с помощью плавной регулировки, повторяя операцию г) до удовлетворения критерия появления ошибок;

е) зарегистрировать отображаемую измерительным устройством амплитуду и повторить операции б)-д) с числом частот, достаточным для определения характеристики допустимого фазового дрожания.

6.3.1.4. Соответствие допустимого значения фазового дрожания шаблону (нормам)

Допустимое значение фазового дрожания для канала, тракта или аппаратуры определяется с помощью шаблонов допуска на фазовое дрожание. Каждый шаблон указывает на область, в которой оборудование должно работать без снижения нормированного показателя ошибок. Разность между шаблоном и эффективной характеристикой допуска оборудования показывает запас по фазовому дрожанию. Проверка на соответствие шаблону осуществляется путем установления частоты и амплитуды фазового дрожания на значение шаблона и путем контроля за отсутствием нормированного снижения показателя ошибок.

Измерение производится с числом точек шаблона, достаточным для того, чтобы убедиться в соответствии нормам во всем диапазоне частот шаблона.

Может применяться метод п. 6.3.1.2 или 6.3.1.3 и соответственно схема рис. 6.4 или 6.5.

Порядок работы:

а) установить соединения в оборудовании по схеме рис. 6.4 или 6.5 (в зависимости от конкретного случая). Проверить целостность и убедиться, что измеряемый объект работает без ошибок;

б) установить амплитуду и частоту фазового дрожания согласно одной из точек шаблона;

в) при использовании метода по критерию появления ошибок подтвердить отсутствие секунд с ошибками. При использовании метода по критерию ухудшения K_o подтвердить, что нормированное снижение показателя ошибок не достигнуто;

г) повторить операции, указанные в пунктах б) и в), по достаточному числу точек шаблона, чтобы убедиться в соответствии шаблону допуска на фазовое дрожание.

6.3.2. Измерение выходного фазового дрожания (пп. 5.1, 5.3б и 5.4в Норм)

Измерение выходного фазового дрожания подразделяется на две категории:

1) выходное фазовое дрожание на типовых стыках каналов и сетевых трактов;

2) собственное фазовое дрожание, генерируемое конкретным цифровым оборудованием.

Результаты измерения выходного фазового дрожания могут выражаться в виде эффективных амплитуд полного размаха в определенных диапазонах частот и могут требовать статистической обработки.

Измерения выходного фазового дрожания выполняются с использованием либо сигнала реальной нагрузки, либо управляемых испытательных последовательностей.

6.3.2.1. Реальная нагрузка

Измерения выходного фазового дрожания на типовых стыках каналов и трактов обычно проводятся с использованием сигналов реальной нагрузки. Приемочные испытания, в которых используются управляемые испытательные последовательности, рассматриваются в п. 6.3.2.2. Настоящий метод заключается в демодуляции фазового дрожания реальной нагрузки на выходе сетевого стыка, в избирательной фильтрации фазового дрожания и в измерении истинного эффективного значения или истинного синусоидального значения амплитуды фазового дрожания в определенном интервале времени.

На рис. 6.6 представлено устройство, применяемое для измерений сигнала реальной нагрузки. Дополнительный анализатор спектра обеспечивает наблюдение за частотным спектром выходного фазового дрожания.

Порядок работы:

а) установить соединения по схеме рис. 6.6. Проверить целостность и убедиться, что измеряемый объект работает без ошибок;

б) выбрать нужный фильтр измерения фазового дрожания и измерить выходное фазовое дрожание в данной полосе частот, регистрируя истинное значение амплитуды полного размаха, возникающей в течение заданного интервала времени;

в) повторить операцию пункта б) для всех нужных фильтров измерения фазового дрожания.

6.3.2.2. Управляемые испытательные последовательности

Измерение собственного фазового дрожания отдельного цифрового оборудования требует применения управляемых испытательных последовательностей. Эти последовательности обычно используются в лабораторных и заводских условиях и при выводе измеряемого объекта из эксплуатации. Описываемый ниже основной метод дает подробные сведения о порядке выполнения этих измерений.

Если требуется более полная информация о мощности выходного фазового дрожания (точнее говоря, фазового дрожания, вырабатываемого в цифровых регенераторах), фазовое дрожание можно разделить на случайные и систематические составляющие. Различение случайного и систематического фазового дрожания необходимо, главным образом, для того, чтобы обеспечить сопоставление результатов измерения с теоретическими расчетами и чтобы уточнить проектируемую схему регенератора. Для этого используются методы, не рассматриваемые в настоящем документе.

Основной метод измерения собственного фазового дрожания идентичен методу, описанному в п. 6.3.2.1, с той лишь разницей, что на испытываемое оборудование подается управляемая испытательная по-

следовательность без фазового дрожания. Дополнительный частотный синтезатор, показанный на рис. 6.6, служит для более точного определения частот, используемых при измерении.

Порядок работы:

а) установить соединения по схеме рис. 6.6 с использованием генератора цифровых сигналов для подачи на испытываемое оборудование управляемой испытательной последовательности без фазового дрожания Проверить целостность и убедиться, что измеряемый объект работает без ошибок;

б) выбрать нужный фильтр измерения фазового дрожания и измерить выходное фазовое дрожание в данной полосе частот, регистрируя истинное значение амплитуды полного размаха, возникающей в течение заданного интервала времени;

в) повторить операцию пункта б) для всех нужных фильтров измерения фазового дрожания.

6.3.3. Измерение передаточной характеристики фазового дрожания (п. 5.3в Норм)

Методики измерений передаточной характеристики фазового дрожания (пп 5.3в и 5.4б Норм) подлежат разработке

6.4. Требования к средствам измерения

6.4.1. Общие требования

6.4.1.1. Требования к электропитанию

Питание приборов должно осуществляться от сети переменного тока частотой (50 ± 2,5) Гц и напряжением 220(+22; -33) В с содержанием гармоник до 10% [11].

6.4 1.2 Условия эксплуатации

По устойчивости к климатическим и механическим воздействиям приборы должны соответствовать требованиям 3-й группы ГОСТ 22261 [12].

6.4.2. Требования ко входу (выходу) средств измерений

6.4.2.1. Входное и выходное сопротивление и затухание несогласованности приборов, предназначенных для измерений параметров цифровых каналов и трактов с прекращением связи и подключаемых к стандартизованным стыкам этих каналов и трактов, должно соответствовать значениям, указанным в табл. 6.1.

Затухание асимметрии входа приборов, предназначенных для измерения ОЦК и первичного цифрового тракта, должно быть не менее 30 дБ в тех же диапазонах частот.

6.4.2.2. Входное сопротивление и затухание несогласованности приборов, предназначенных для измерений параметров цифровых каналов и трактов без прекращения связи и подключаемых к каналам и трактам в защищенных измерительных точках (имеющих развязывающие устройства) [4], должно также соответствовать значениям, указанным в табл. 6.1. При этом в приборах должно обеспечиваться до-

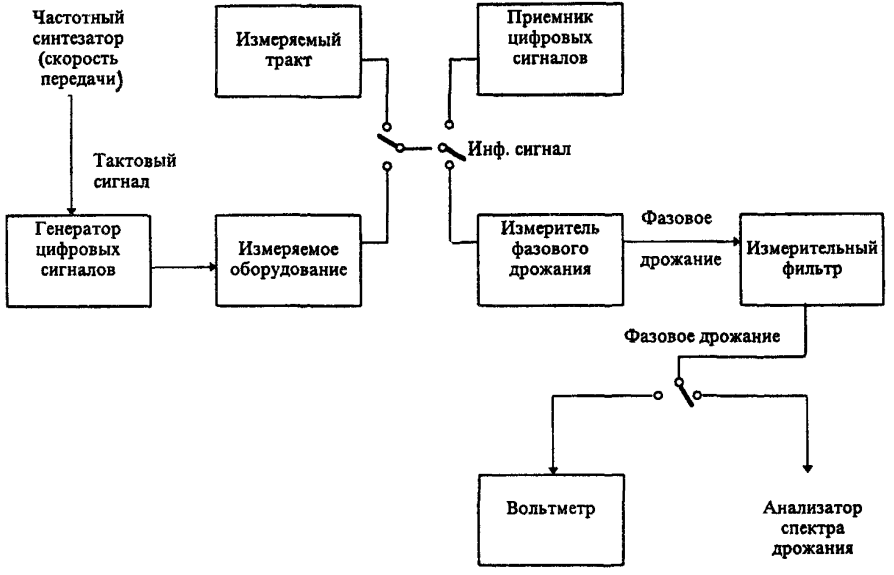


Рис. 6 6

Схема измерения выходного фазового дрожания (основной метод)

полнительное усиление входного сигнала для компенсации затухания развязывающих устройств в измерительных точках (до 30 дБ).

Для объектов, подлежащих измерению, где отсутствуют защищенные измерительные точки, в приборах должно предусматриваться высокоомное входное сопротивление.

Таблица 6.1

Требования ко входу и выходу средств измерений

Скорость передачи, кбит/с	Входное (выходное) сопротивление, Ом	Затухание несогласованности, дБ	Диапазон частот
64	120 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 3 до 6,4 кГц от 6,4 до 128 кГц от 128 до 192 кГц
2048	75/120 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 20 кГц до 1,6 МГц от 102 до 2048 кГц от 2048 до 3072 кГц
8448	75 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 211 до 422 кГц от 422 до 8448 кГц от 8,448 до 12,672 МГц
34368	75 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 860 до 1720 кГц от 1,72 до 34,368 МГц от 34,368 до 51,550 МГц
139264	75 Ом, активное	≥ 15	от 7 до 210 МГц

6.4.2.3. Приборы на входе и выходе должны обеспечивать работу с сигналами в виде импульсов, нормируемых (амплитуда и форма импульсов, коды и пр.) для соответствующих стыков [1; 9].

6.4.2.4. Приборы должны правильно работать (как в режиме с прекращением связи, так и в режиме без прекращения связи), если они подключены к выходу стыков с помощью отрезка кабеля с вносимым затуханием 6 дБ на частоте, соответствующей половине скорости передачи измеряемого тракта. Вносимое затухание кабеля на других частотах пропорционально $\sqrt{f}$.

6.4.3. Требования к испытательным сигналам

6.4.3.1. Для измерений с прекращением связи приборы должны вырабатывать измерительные сигналы в виде псевдослучайных последовательностей импульсов, наиболее полно имитирующих реальные сигналы и в то же время заранее известных. Последнее необходимо для измерения показателей ошибок.

Длина псевдослучайных последовательностей (ПСП) должна быть равна $(2^n - 1)$ бит, где n зависит от скорости передачи измеряемого тракта (см. табл. 6.2). Кроме группы n последовательных НУЛЕЙ (для так называемого инвертированного сигнала) и n - 1 последователь-

ных ЕДИНИЦ, такие последовательности содержат любые возможные комбинации НУЛЕЙ и ЕДИНИЦ в пределах длины группы, зависящей от n.

Таблица 6.2

Цифровые испытательные последовательности, стандартизованные МСЭ-Т

Длина последовательности	Последовательные нули	Рекомендации МСЭ-Т	Использование последовательности
$2^{11}-1$	10	О.150 О.152	Измерение ошибок и фазового дрожания на скоростях передачи 64 и 64×N кбит/с
$2^{15}-1$	15	О.150 О.151	Измерение ошибок и фазового дрожания на скоростях передачи 2048 и 8448 кбит/с
$2^{23}-1$	23	О.150 О.151	Измерение ошибок и фазового дрожания на скоростях передачи 34,368 и 139,264 Мбит/с

В приборах должны предусматриваться следующие ПСП [5]:

а) 2047-битовая псевдослучайная испытательная последовательность (предназначена для измерения ошибок и фазового дрожания на скоростях передачи 64 кбит/с и 64 × N кбит/с [7; 9]).

Эта последовательность может вырабатываться в 11-звенном регистре сдвига, выходы 9-го и 11-го звена которого суммируются по модулю 2 в звене суммирования, а результат подается обратно на вход первого звена.

Число звеньев регистра сдвига 11
Длина псевдослучайной последовательности $2^{11} - 1 = 2047$ бит
Самая длинная последовательность нулей 10 (неинвертированный сигнал).

Примечание. При выполнении измерений на скоростях передачи N× 64 кбит/с последовательные 8-битовые блоки испытательной последовательности должны передаваться в последовательных временных промежутках. Начало псевдослучайной последовательности не требуется соотносить со скоростью передачи цикла.

б) 32767-битовая псевдослучайная испытательная последовательность (предназначена для измерения ошибок и фазового дрожания на скоростях передачи 2048 и 8448 кбит/с [6; 8]).

Эта последовательность может вырабатываться в 15-звенном регистре сдвига, выходы 14-го и 15-го звена которого суммируются по модулю 2 в звене суммирования, а результат подается обратно на вход первого звена.

Число звеньев регистра сдвига 15
Длина псевдослучайной последовательности $2^{15} - 1 = 32767$ бит
Самая длинная последовательность нулей 15 (инвертированный сигнал).

в) 8388607-битовая псевдослучайная испытательная последовательность (предназначена для измерения ошибок и фазового дрожания на скоростях передачи 34368 и 139264 кбит/с [6; 8]).

Эта последовательность может вырабатываться в 23-звенном регистре сдвига, выходы 18-го и 23-го звена которого суммируются по модулю 2 в звене суммирования, а результат подается обратно на вход первого звена.

6.4.3.2. Дополнительно для измерения фазового дрожания должны предусматриваться:

а) две свободно программируемые 8-битовые последовательности, которые могут чередоваться с низкой скоростью;

б) свободно программируемая 16-битовая последовательность.

6.4.3.3. Для измерения цифровых трактов, содержащих аппаратуру группообразования, с помощью измерительного сигнала, чтобы они правильно работали в процессе измерения, требуется подавать на вход специфические последовательности бит. Измерительный сигнал должен содержать, по меньшей мере, правильный цикловый синхросигнал. Должна предусматриваться возможность вставления в измерительный сигнал дополнительной служебной информации [2; 3].

Должно обеспечиваться два случая формирования измерительного сигнала:

а) в общем случае измерения должны выполняться через аппаратуру цифрового группообразования и требуется правильно сформированный испытательный сигнал. Этот сигнал должен содержать соответствующее слово циклового синхросигнала, биты стаффинга (выравнивания) и весь требуемый заголовок тракта для обеспечения надлежащей работы оконечной аппаратуры. Таким образом, испытательный сигнал должен быть сформирован так, как он появился бы на выходе правильно работающего цифрового мультиплексора. Такая структура показана на следующем примере.

Один цикл							
Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4	
FAS	TS1, TS2, TS3, TS4	C_{j1}	TS1, TS2, TS3, TS4	C_{j2}	TS1, TS2, TS3, TS4	C_{j3}	TS1, TS2, TS3, TS4

где FAS = цикловый синхросигнал плюс биты аварийной сигнализации;

TSm = чередующиеся биты испытательной последовательности *компонентных сигналов от 1 до 4*;

C_{jm} = биты управления выравниванием.

Примечание. Подробная информация о правилах формирования измерительных сигналов в виде циклов в зависимости от структуры группообразования дана в Приложении 3. Биты испытательной последовательности нумеруются там последовательно. Это не означает, что эти биты должны принадлежать одной и той же последовательности. В зависимости от применения может быть

предпочтительным предусмотреть независимые испытательные последовательности в группах, представляющих компонентные сигналы более низкого порядка.

б) во втором случае необходимо проверить работу только входной части тракта (аппаратуры группообразования). Примерами таких испытаний являются измерения допустимого входного фазового дрожания, проверка циклового синхросигнала, индикации аварийного состояния и т.д. Для этого типа измерений не требуется, чтобы испытательный сигнал содержал правильную информацию стаффинга, и не является необходимым формировать входной цифровой сигнал высшего порядка таким образом, чтобы значащие цифровые сигналы появлялись на выходах компонентных трактов. Такой сигнал формируется, как показано ниже.

Цикл 1		Цикл 2		Цикл 3		.....	Цикл n	
FAS	TS от 1 до u	FAS	TS от u+1 до v	FAS	TS от v до w	.....	FAS	TS от x+1 до y

где FAS = цикловой синхросигнал плюс биты аварийной сигнализации;

TS от 1 до y = биты испытательной последовательности, которые могут принадлежать только одной последовательности.

6.4.3.4. Правила формирования измерительного сигнала в виде циклов цифровых сигналов должны соответствовать [5] (см. также Приложение 3).

6.4.4. Требования к передающей части средств измерений

6.4.4.1. Требования к синхронизации

Передающая часть — генератор измерительного сигнала (далее — ГИС) должна работать:

от собственного тактового генератора на частоте f измеряемого цифрового сигнала с погрешностью не более $\pm 1{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot f$ кГц с возможностью сдвига на $\pm 1{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot f \pm 1 \cdot 10^{-4} \cdot f$;

от внешнего тактового сигнала с погрешностью частоты не более $\pm 50 \cdot 10^{-6} \cdot f$ и амплитудой 50 мВ - 1 В;

от синхронизирующего сигнала (такт + октет), выделенного из принятого сигнала (при измерении основного цифрового канала).

Если прибор предусмотрен для измерения основного цифрового канала (ОЦК), в режиме противонаправленного стыка ОЦК в ГИС должны быть предусмотрены два варианта работы:

I — в качестве потребителя (в сторону аппаратуры преобразования 64/2048 кбит/с), синхронизация — от синхронизирующего сигнала противонаправленного стыка (такт + октет);

II — в качестве аппаратуры преобразования (в сторону линии 64 кбит/с), синхронизация — от собственного и от внешнего тактового генератора; подача синхронизирующего сигнала (такт + октет) в линию 64 кбит/с.

6.4.4.2. Для ГИС, предназначенных для измерения показателей ошибок, должна быть предусмотрена возможность введения в измерительный сигнал калиброванных ошибок в пределах коэффициента ошибок от 10^{-8} до 10^{-3}, а также ошибок в цикловый синхросигнал от 10^{-6} до 10^{2}.

Должны вводиться также единичные ошибки по команде оператора, а также (желательно) пакеты ошибок.

6.4.4.3. Для ГИС, предназначенных для измерения допустимого значения и передаточной характеристики фазового дрожания, должна быть обеспечена возможность введения в измерительный сигнал фазового дрожания в соответствии с требованиями МСЭ-Т О.171 [8] по амплитуде генерируемого фазового дрожания.

Собственное фазовое дрожание в выходном сигнале ГИС должно быть не более 0,01 ЕИ (единичных интервалов).

Источник модуляции может быть внешним или включен в состав прибора.

6.4.5. Требования к измерителям показателей ошибок

6.4.5.1. Измеритель ошибок (далее — ИО) должен работать с внутренним выделителем тактовой частоты из принимаемого сигнала, а также от внешнего тактового сигнала с погрешностью частоты до $100 \cdot 10^{-5} \cdot f$. В режиме противонаправленного стыка ОЦК работа должна осуществляться от синхронизирующего сигнала (такт + октет) для I варианта включения прибора (см. п. 6.4.3.1). Во II варианте должен быть предусмотрен выход синхронизирующего сигнала (такт + октет).

6.4.5.2. ИО, предназначенный для измерения показателей ошибок с прекращением связи, должен выделять ошибки методом посимвольного сравнения в испытательных последовательностях по п.п. 6.4.3.1 и 6.4.3.2 в цифровых сигналах каналов и трактов, а также (если для этого предназначен прибор) в «n» канальных интервалах, выбираемых оператором из канальных интервалов 01 — 31 первичного цифрового потока.

6.4.5.3. ИО, предназначенный для измерения показателей ошибок без прекращения связи или с прекращением связи по испытательному сигналу, сформированному в виде цикла (см. п. 6.4.3.3) должен также определять ошибки в выделенном из цифрового сигнала цикловом синхросигнале и, если он предназначен для измерения ПЦТ, в слове CRC-4 (в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т G.704).

6.4.5.4. ИО должен обеспечивать:

измерение коэффициента ошибок;

счет числа ошибок;

определение за установленный период измерения показателей ошибок в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т М.2100 (см. Приложение 4);

определение за установленный период измерения показателей ошибок в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.826 (см. Приложение 4). При анализе ошибок по блокам значения величины блоков для различных трактов должны соответствовать Рекомендациям О.150.

Таблица 6.3

Значения величины блоков для контроля показателей ошибок

Скорость передачи (кбит/с)	Величина блоков (бит)	Длина блоков	Основание	Ссылки
2048	2048	1 мс	CRC-4	Рек G.704, п. 2.3 Рек G.826, Прилож. 2
8448	4224	500 мкс	Примечание	
34368	4296	125 мкс	Примечание	
139264	17408	125 мкс	Примечание	

Примечание. Значение величины блока основано на кратности 125 мкс. Действительное значение величины/длины блока может отличаться от номинального значения, данного в таблице, на ±5%.

Желательно также обеспечение счета числа проскальзываний (октетных и битовых).

Перечисленные показатели ошибок должны вычисляться в пределах времени готовности (см. Приложение 4), а также должны фиксироваться периоды неготовности.

6.4.5.5. Диапазон измерения коэффициента ошибок должен быть в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т О.151 и О.152 [6, 7], по крайней мере, от 10^{-3} до 10^{-8} для скоростей передачи 2048 кбит/с и выше и от 10^{-2} до 10^{-7} для скорости 64 кбит/с.

6.4.5.6. Период измерения показателей ошибок должен устанавливаться в пределах не менее, чем от 1 мин до 1 месяца. Должен быть предусмотрен также старстопный режим работы.

6.4.5.7. В ИО в соответствии с его назначением (с прекращением или без прекращения связи, тип тракта) должна быть предусмотрена индикация дефектов и аномалий согласно Рекомендации МСЭ-Т М.2100 (см. Приложение 4) и учет их при обработке результатов измерений для получения показателей ошибок за сеанс измерений.

6.4.6. Требования к измерителю фазового дрожания

6.4.6.1. Требования к измерителю фазового дрожания по пределам измерения и точности измерения, характеристикам фильтров, максимальное измеряемое значение размаха фазового дрожания в зависимости от частоты и скорости передачи цифрового сигнала, ширина полосы схемы измерения фазового дрожания и фильтров должны соответствовать Рекомендации МСЭ-Т О. 171 [8].

6.4.6.2. Эталонный хронирующий сигнал для фазового детектора может быть получен с помощью выделителя тактовой частоты из принимаемого сигнала (см. п. 6.4.5.1) или от внутреннего тактового генератора передающей части прибора.

6.4.6.3. Суммарная погрешность измерения при частоте фазового дрожания 1 кГц (за исключением погрешности за счет частотной характеристики) должна быть менее ±5% от показания ±X ±Y,

где X — систематическая погрешность, зависящая от вида испытательного сигнала, а Y — погрешность, значение которой равно 0,01 от значения полного размаха в ЕИ (0,002 от среднеквадратического значения) и которая появляется, если используется выделение внутренней тактовой частоты (Значение X см. в Рекомендации О.171).

6.4.6.4. Дополнительная погрешность измерения фазового дрожания от частоты должна соответствовать Рекомендации О.171.

ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛУ 6

1. Рекомендации МСЭ-Т G.703. Физические/электрические характеристики иерархических цифровых стыков

2. Рекомендация МСЭ-Т G.704. Синхронные структуры циклов для первичного и вторичного иерархических уровней.

3. Рекомендация МСЭ-Т G.751. Аппаратура цифрового группообразования, работающая на скорости передачи третьего порядка 34368 кбит/с и на скорости передачи четвертого порядка 139264 кбит/с и использующая положительное цифровое выравнивание. Выпуск III. 4, Синяя книга, 1988.

4. Рекомендация МСЭ-Т G.772. Цифровые защищенные точки контроля.

5. Рекомендация МСЭ-Т О.150. Цифровые испытательные последовательности для измерения качественных показателей цифровой аппаратуры передачи.

6. Рекомендация МСЭ-Т О.151. Аппаратура для измерения показателей ошибок в цифровых системах на первичной скорости передачи и выше. Выпуск III. 4, Синяя книга, 1988.

7. Рекомендация МСЭ-Т О.152. Измерительная аппаратура для скоростей передачи 64 кбит/с и N x 64 кбит/с. Исправлена в 1992 г.

8. Рекомендация МСЭ-Т О.171. Аппаратура для измерения дрожания и дрейфа фазы. Исправлена в 1995 г.

9. ГОСТ 26886—86. Стыки цифровых каналов передачи и групповых трактов первичной сети ЕАСС. Основные параметры.

10. ГОСТ 27763—88. Структуры циклов цифровых групповых сигналов первичной сети единой автоматизированной сети связи. Требования и нормы.

11. ГОСТ 5237—83. Аппаратура электросвязи. Напряжения питания и методы измерения.

12. ГОСТ 22261—82. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1.1 П1

Допустимые пределы BIS для ОЦК (64 кбит/сек)

Доля нормы для тракта (%)	ES (4%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
0,50	17	9	3	15	60	0	0	0	1	2
1,00	35	17	9	26	121	1	0	0	2	3
1,50	52	26	16	36	181	1	1	0	2	5
2,00	69	35	23	46	242	2	1	0	3	6
2,50	86	43	30	56	302	2	1	0	3	8
3,00	104	52	37	66	363	3	1	0	4	9
3,50	121	60	45	76	423	3	2	0	4	11
4,00	138	69	52	86	484	3	2	0	4	12
4,50	156	78	60	95	544	4	2	0	5	14
5,00	173	86	68	105	605	4	2	0	5	15
5,50	190	95	76	115	665	5	2	0	5	17
6,00	207	104	83	124	726	5	3	0	6	18
6,50	225	112	91	134	786	6	3	0	6	20
7,00	242	121	99	143	847	6	3	0	7	21
7,50	259	130	107	152	907	6	3	0	7	23
8,00	276	138	115	162	968	7	3	0	7	24
8,50	294	147	123	171	1028	7	4	0	8	26
9,00	311	156	131	180	1089	8	4	0	8	27
9,50	328	164	139	190	1149	8	4	0	8	29
10,00	346	173	147	199	1210	9	4	0	8	30
10,50	363	181	155	208	1270	9	5	0	9	32
11,00	380	190	163	218	1331	10	5	0	9	33
11,50	397	199	171	227	1391	10	5	1	9	35
12,00	415	207	179	236	1452	10	5	1	10	36
12,50	432	216	187	245	1512	11	5	1	10	38
13,00	449	225	195	255	1572	11	6	1	10	39
13,50	467	233	203	264	1633	12	6	1	11	41
14,00	484	242	211	273	1693	12	6	1	11	42
14,50	501	251	219	282	1754	13	6	1	11	44
15,00	518	259	227	291	1814	13	6	1	12	45
15,50	536	268	235	301	1875	13	7	2	12	47
16,00	553	276	243	310	1935	14	7	2	12	48
16,50	570	285	251	319	1996	14	7	2	12	50
17,00	588	294	259	328	2056	15	7	2	13	51
17,50	605	302	268	337	2117	15	8	2	13	53
18,00	622	311	276	346	2177	16	8	2	13	54
18,50	639	320	284	355	2238	16	8	2	14	56
19,00	657	328	292	365	2298	16	8	2	14	57
19,50	674	337	300	374	2359	17	8	3	14	59
20,00	691	346	308	383	2419	17	9	3	15	60
20,50	708	354	317	392	2480	18	9	3	15	62
21,00	726	363	325	401	2540	18	9	3	15	64
21,50	743	372	333	410	2601	19	9	3	15	65

Продолжение табл. 1.1 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (4%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
22,00	760	380	341	419	2661	19	10	3	16	67
22,50	778	389	349	428	2722	19	10	3	16	68
23,00	795	397	358	437	2782	20	10	4	16	70
23,50	812	406	366	446	2843	20	10	4	17	71
24,00	829	415	374	455	2903	21	10	4	17	73
24,50	847	423	382	465	2964	21	11	4	17	74
25,00	864	432	390	474	3024	22	11	4	17	76
25,50	881	441	399	483	3084	22	11	4	18	77
26,00	899	449	407	492	3145	22	11	5	18	79
26,50	916	458	415	501	3205	23	11	5	18	80
27,00	933	467	423	510	3266	23	12	5	18	82
27,50	950	475	432	519	3326	24	12	5	19	83
28,00	968	484	440	528	3387	24	12	5	19	85
28,50	985	492	448	537	3447	25	12	5	19	86
29,00	1002	501	456	546	3508	25	13	5	20	88
29,50	1020	510	465	555	3568	25	13	6	20	89
30,00	1037	518	473	564	3629	26	13	6	20	91
30,50	1054	527	481	573	3689	26	13	6	20	92
31,00	1071	536	489	582	3750	27	13	6	21	94
31,50	1089	544	498	591	3810	27	14	6	21	95
32,00	1106	553	506	600	3871	28	14	6	21	97
32,50	1123	562	514	609	3931	28	14	7	22	98
33,00	1140	570	522	618	3992	29	14	7	22	100
33,50	1158	579	531	627	4052	29	14	7	22	101
34,00	1175	588	539	636	4113	29	15	7	22	103
34,50	1192	596	547	645	4173	30	15	7	23	104
35,00	1210	605	556	654	4234	30	15	7	23	106
35,50	1227	613	564	663	4294	31	15	8	23	107
36,00	1244	622	572	672	4355	31	16	8	23	109
36,50	1261	631	580	681	4415	32	16	8	24	110
37,00	1279	639	589	690	4476	32	16	8	24	112
37,50	1296	648	597	699	4536	32	16	8	24	113
38,00	1313	657	605	708	4596	33	16	8	25	115
38,50	1331	665	614	717	4657	33	17	8	25	116
39,00	1348	674	622	726	4717	34	17	9	25	118
39,50	1365	683	630	735	4778	34	17	9	25	119
40,00	1382	691	639	744	4838	35	17	9	26	121

Таблица 1.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (4%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
0,50	1	1	0	2	0	0	0	0
1,00	3	1	0	4	0	0	0	0
1,50	4	2	0	4	0	0	0	1
2,00	6	3	0	6	0	0	0	1
2,50	7	4	0	7	0	0	0	1
3,00	9	4	0	8	0	0	0	1
3,50	10	5	1	10	0	0	0	1
4,00	12	6	1	11	0	0	0	1
4,50	13	6	1	12	0	0	0	1
5,00	14	7	2	13	0	0	0	1
5,50	16	8	2	14	0	0	0	1
6,00	17	9	3	15	0	0	0	1
6,50	19	9	3	15	0	0	0	1
7,00	20	10	4	16	1	0	0	1
7,50	22	11	4	17	1	0	0	1
8,00	23	12	5	18	1	0	0	1
8,50	24	12	5	19	1	0	0	1
9,00	26	13	6	20	1	0	0	1
9,50	27	14	6	21	1	0	0	2
10,00	29	14	7	22	1	0	0	2
10,50	30	15	7	23	1	0	0	2
11,00	32	16	8	24	1	0	0	2
11,50	33	17	8	25	1	0	0	2
12,00	35	17	9	26	1	0	0	2
12,50	36	18	10	26	1	0	0	2
13,00	37	19	10	27	1	0	0	2
13,50	39	19	11	28	1	0	0	2
14,00	40	20	11	29	1	1	0	2
14,50	42	21	12	30	1	1	0	2
15,00	43	22	12	31	1	1	0	2
15,50	45	22	13	32	1	1	0	2
16,00	46	23	13	33	1	1	0	2
16,50	48	24	14	34	1	1	0	2
17,00	49	24	15	34	1	1	0	2
17,50	50	25	15	35	1	1	0	2
18,00	52	26	16	36	1	1	0	2
18,50	53	27	16	37	1	1	0	2
19,00	55	27	17	38	1	1	0	2
19,50	56	28	17	39	1	1	0	2
20,00	58	29	18	40	1	1	0	2
20,50	59	30	19	40	1	1	0	2
21,00	60	30	19	41	2	1	0	2
21,50	62	31	20	42	2	1	0	3
22,00	63	32	20	43	2	1	0	3
22,50	65	32	21	44	2	1	0	3
23,00	66	33	22	45	2	1	0	3

Продолжение табл. 1.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (4%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
23,50	68	34	22	45	2	1	0	3
24,00	69	35	23	46	2	1	0	3
24,50	71	35	23	47	2	1	0	3
25,00	72	36	24	48	2	1	0	3
25,50	73	37	25	49	2	1	0	3
26,00	75	37	25	50	2	1	0	3
26,50	76	38	26	51	2	1	0	3
27,00	78	39	26	51	2	1	0	3
27,50	79	40	27	52	2	1	0	3
28,00	81	40	28	53	2	1	0	3
28,50	82	41	28	54	2	1	0	3
29,00	84	42	29	55	2	1	0	3
29,50	85	42	29	56	2	1	0	3
30,00	86	43	30	56	2	1	0	3
30,50	88	44	31	57	2	1	0	3
31,00	89	45	31	58	2	1	0	3
31,50	91	45	32	59	2	1	0	3
32,00	92	46	33	60	2	1	0	3
32,50	94	47	33	60	2	1	0	3
33,00	95	48	34	61	2	1	0	3
33,50	96	48	34	62	2	1	0	3
34,00	98	49	35	63	2	1	0	3
34,50	99	50	36	64	2	1	0	3
35,00	101	50	36	65	3	1	0	3
35,50	102	51	37	65	3	1	0	4
36,00	104	52	37	66	3	1	0	4
36,50	105	53	38	67	3	1	0	4
37,00	107	53	39	68	3	1	0	4
37,50	108	54	39	69	3	1	0	4
38,00	109	55	40	70	3	1	0	4
38,50	111	55	41	70	3	1	0	4
39,00	112	56	41	71	3	1	0	4
39,50	114	57	42	72	3	1	0	4
40,00	115	58	42	73	3	1	0	4

Таблица 2.1 П1

Допустимые пределы BIS для первичного цифрового сетевого тракта (2048 кбит/с)

Доля нормы для тракта (%)	ES (2%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
0,50	9	4	0	8	30	0	0	0	1	2
1,00	17	9	3	15	60	1	0	0	2	3
1,50	26	13	6	20	91	1	1	0	2	5
2,00	35	17	9	26	121	2	1	0	3	6
2,50	43	22	12	31	151	2	1	0	3	8
3,00	52	26	16	36	181	3	1	0	4	9
3,50	60	30	19	41	212	3	2	0	4	11
4,00	69	35	23	46	242	3	2	0	4	12
4,50	78	39	26	51	272	4	2	0	5	14
5,00	86	43	30	56	302	4	2	0	5	15
5,50	95	48	34	61	333	5	2	0	5	17
6,00	104	52	37	66	363	5	3	0	6	18
6,50	112	56	41	71	393	6	3	0	6	20
7,00	121	60	45	76	423	6	3	0	7	21
7,50	130	65	49	81	454	6	3	0	7	23
8,00	138	69	52	86	484	7	3	0	7	24
8,50	147	73	56	91	643	7	4	0	8	26
9,00	156	78	60	95	544	8	4	0	8	27
9,50	164	82	64	100	575	8	4	0	8	29
10,00	173	86	68	105	605	9	4	0	8	30
10,50	181	91	72	110	635	9	5	0	9	32
11,00	190	95	76	115	665	10	5	0	9	33
11,50	199	99	79	119	696	10	5	1	9	35
12,00	207	104	83	124	726	10	5	1	10	36
12,50	216	108	87	129	756	11	5	1	10	38
13,00	225	112	91	134	786	11	6	1	10	39
13,50	233	117	95	138	816	12	6	1	11	41
14,00	242	121	99	143	847	12	6	1	11	42
14,50	251	125	103	148	877	13	6	1	11	44
15,00	259	130	107	152	907	13	6	1	12	45
15,50	268	134	111	157	937	13	7	2	12	47
16,00	276	138	115	162	968	14	7	2	12	48
16,50	285	143	119	166	998	14	7	2	12	50
17,00	294	147	123	171	1028	15	7	2	13	51
17,50	302	151	127	176	1058	15	8	2	13	53
18,00	311	156	131	180	1089	16	8	2	13	54
18,50	320	160	135	185	1119	16	8	2	14	56
19,00	328	164	139	190	1149	16	8	2	14	57
19,50	337	168	143	194	1179	17	8	3	14	59
20,00	346	173	147	199	1210	17	9	3	15	60
20,50	354	177	151	204	1240	18	9	3	15	62
21,00	363	181	155	208	1270	18	9	3	15	64

Продолжение табл. 2.1 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (2%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
21,50	372	186	159	213	1300	19	9	3	15	65
22,00	380	190	163	218	1331	19	10	3	16	67
22,50	389	194	167	222	1361	19	10	3	16	68
23,00	397	199	171	227	1391	20	10	4	16	70
23,50	406	203	175	232	1421	20	10	4	17	71
24,00	415	207	179	236	1452	21	10	4	17	73
24,50	423	212	183	241	1482	21	11	4	17	74
25,00	432	216	187	245	1512	22	11	4	17	76
25,50	441	220	191	250	1542	22	11	4	18	77
26,00	449	225	195	255	1572	22	11	5	18	79
26,50	458	229	199	259	1603	23	11	5	18	80
27,00	467	233	203	264	1633	23	12	5	18	82
27,50	475	238	207	268	1663	24	12	5	19	83
28,00	484	242	211	273	1693	24	12	5	19	85
28,50	492	246	215	278	1724	25	12	5	19	86
29,00	501	251	219	282	1754	25	13	5	20	88
29,50	510	255	223	287	1784	25	13	6	20	89
30,00	518	259	227	291	1814	26	13	6	20	91
30,50	527	264	231	296	1845	26	13	6	20	92
31,00	536	268	235	301	1875	27	13	6	21	94
31,50	544	272	239	305	1905	27	14	6	21	95
32,00	553	276	243	310	1935	28	14	6	21	97
32,50	562	281	247	314	1966	28	14	7	22	98
33,00	570	285	251	319	1996	29	14	7	22	100
33,50	579	289	255	323	2076	29	14	7	22	101
34,00	588	294	259	328	2056	29	15	7	22	103
34,50	596	298	264	333	2087	30	15	7	23	104
35,00	605	302	268	337	2117	30	15	7	23	106
35,50	613	307	272	342	2147	31	15	8	23	107
36,00	622	311	276	346	2177	31	16	8	23	109
36,50	631	315	280	351	2208	32	16	8	24	110
37,00	639	320	284	355	2238	32	16	8	24	112
37,50	648	324	288	360	2268	32	16	8	24	113
38,00	657	328	292	365	2298	33	16	8	25	115
38,50	665	333	296	369	2328	33	17	8	25	116
39,00	674	337	300	374	2359	34	17	9	25	118
39,50	683	341	304	378	2389	34	17	9	25	119
40,00	1691	346	308	383	2419	35	17	9	26	121

Таблица 2.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (2%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
0,50	1	0	0	2	0	0	0	0
1,00	1	1	0	2	0	0	0	0
1,50	2	1	0	3	0	0	0	1
2,00	3	1	0	4	0	0	0	1
2,50	4	2	0	4	0	0	0	1
3,00	4	2	0	5	0	0	0	1
3,50	5	3	0	6	0	0	0	1
4,00	6	3	0	6	0	0	0	1
4,50	6	3	0	7	0	0	0	1
5,00	7	4	0	7	0	0	0	1
5,50	8	4	0	8	0	0	0	1
6,00	9	4	0	8	0	0	0	1
6,50	9	5	0	9	0	0	0	1
7,00	10	5	1	10	1	0	0	1
7,50	11	5	1	10	1	0	0	1
8,00	12	6	1	11	1	0	0	1
8,50	12	6	1	11	1	0	0	1
9,00	13	6	1	12	1	0	0	1
9,50	14	7	2	12	1	0	0	2
10,00	14	7	2	13	1	0	0	2
10,50	15	8	2	13	1	0	0	2
11,00	16	8	2	14	1	0	0	2
11,50	17	8	3	14	1	0	0	2
12,00	17	9	3	15	1	0	0	2
12,50	18	9	3	15	1	0	0	2
13,00	19	9	3	15	1	0	0	2
13,50	19	10	3	16	1	0	0	2
14,00	20	10	4	16	1	1	0	2
14,50	21	10	4	17	1	1	0	2
15,00	22	11	4	17	1	1	0	2
15,50	22	11	4	18	1	1	0	2
16,00	23	12	5	18	1	1	0	2
16,50	24	12	5	19	1	1	0	2
17,00	24	12	5	19	1	1	0	2
17,50	25	13	6	20	1	1	0	2
18,00	26	13	6	20	1	1	0	2
18,50	27	13	6	21	1	1	0	2
19,00	27	14	6	21	1	1	0	2
19,50	28	14	7	22	1	1	0	2
20,00	29	14	7	22	1	1	0	2
20,50	30	15	7	22	1	1	0	2
21,00	30	15	7	23	2	1	0	2
21,50	31	15	8	23	2	1	0	3
22,00	32	16	8	24	2	1	0	3
22,50	32	16	8	24	2	1	0	3
23,00	33	17	8	25	2	1	0	3

Продолжение табл. 2.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (2%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
23,50	34	17	9	25	2	1	0	3
24,00	35	17	9	26	2	1	0	3
24,50	35	18	9	26	2	1	0	3
25,00	36	18	10	26	2	1	0	3
25,50	37	18	10	27	2	1	0	3
26,00	37	19	10	27	2	1	0	3
26,50	38	19	10	28	2	1	0	3
27,00	39	19	11	28	2	1	0	3
27,50	40	20	11	29	2	1	0	3
28,00	40	20	11	29	2	1	0	3
28,50	41	21	11	30	2	1	0	3
29,00	42	21	12	30	2	1	0	3
29,50	42	21	12	30	2	1	0	3
30,00	43	22	12	31	2	1	0	3
30,50	44	22	13	31	2	1	0	3
31,00	45	22	13	32	2	1	0	3
31,50	45	23	13	32	2	1	0	3
32,00	46	23	13	33	2	1	0	3
32,50	47	23	14	33	2	1	0	3
33,00	48	24	14	34	2	1	0	3
33,50	48	24	15	34	2	1	0	3
34,00	50	25	15	35	2	1	0	3
34,50	50	25	15	35	2	1	0	3
35,00	50	25	15	35	3	1	0	3
35,50	51	26	15	36	3	1	0	4
36,00	52	26	16	36	3	1	0	4
36,50	53	26	16	37	3	1	0	4
37,00	53	27	16	37	3	1	0	4
37,50	54	27	17	37	3	1	0	4
38,00	55	27	17	38	3	1	0	4
38,50	55	28	17	38	3	1	0	4
39,00	56	28	17	39	3	1	0	4
39,50	57	28	18	39	3	1	0	4
40,00	58	29	18	40	3	1	0	4

Таблица 3.1 П1

Допустимые пределы BIS для вторичного цифрового сетевого тракта (8448 кбит/с)

Доля нормы для тракта (%)	ES (2,5%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
0,50	11	5	1	10	38	0	0	0	1	2
1,00	22	11	4	17	76	1	0	0	2	3
1,50	32	16	8	24	113	1	1	0	2	5
2,00	43	22	12	31	151	2	1	0	3	6
2,50	54	27	17	37	189	2	1	0	3	8
3,00	65	32	21	44	227	3	1	0	4	9
3,50	76	38	26	50	265	3	2	0	4	11
4,00	86	43	30	56	302	3	2	0	4	12
4,50	97	49	35	63	340	4	2	0	5	14
5,00	108	54	39	69	378	4	2	0	5	15
5,50	119	59	44	75	416	5	2	0	5	17
6,00	130	65	49	81	454	5	3	0	6	18
6,50	140	70	53	87	491	6	3	0	6	20
7,00	151	76	58	93	529	6	3	0	7	21
7,50	162	81	63	99	567	6	3	0	7	23
8,00	173	86	68	105	605	7	3	0	7	24
8,50	184	92	73	111	614	7	4	0	8	26
9,00	194	97	77	117	680	8	4	0	8	27
9,50	205	103	82	123	718	8	4	0	8	29
10,00	216	108	87	129	756	9	4	0	8	30
10,50	227	113	92	136	794	9	5	0	9	32
11,00	238	119	97	141	832	10	5	0	9	33
11,50	248	124	102	146	869	10	5	1	9	35
12,00	259	130	107	152	907	10	5	1	10	36
12,50	270	135	112	158	945	11	5	1	10	38
13,00	281	140	117	164	983	11	6	1	10	39
13,50	292	146	122	170	1021	12	6	1	11	41
14,00	302	151	127	176	1058	12	6	1	11	42
14,50	313	157	132	182	1096	13	6	1	11	44
15,00	324	162	137	187	1134	13	6	1	12	45
15,50	335	167	142	193	1172	13	7	2	12	47
16,00	346	173	147	199	1210	14	7	2	12	48
16,50	356	178	152	205	1247	14	7	2	12	50
17,00	367	184	157	211	1285	15	7	2	13	51
17,50	378	189	162	216	1323	15	8	2	13	53
18,00	389	194	167	222	1361	16	8	2	13	54
18,50	400	200	172	228	1399	16	8	2	14	56
19,00	410	205	177	234	1436	16	8	2	14	57
19,50	421	211	182	240	1474	17	8	3	14	59
20,00	432	216	187	245	1512	17	9	3	15	60
20,50	443	221	192	251	1550	18	9	3	15	62
21,00	454	227	197	257	1588	18	9	3	15	64

Продолжение табл. 3.1 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (2,5%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
21,50	464	232	202	263	1625	19	9	3	15	65
22,00	475	238	207	268	1663	19	10	3	16	67
22,50	486	243	212	274	1701	19	10	3	16	68
23,00	497	248	217	280	1739	20	10	4	16	70
23,50	508	254	222	286	1777	20	10	4	17	71
24,00	518	259	227	291	1814	21	10	4	17	73
24,50	529	265	232	297	1852	21	11	4	17	74
25,00	540	270	237	303	1890	22	11	4	17	76
25,50	551	275	242	309	1928	22	11	4	18	77
26,00	562	281	247	314	1966	22	11	5	18	79
26,50	572	286	252	320	2003	23	11	5	18	80
27,00	583	292	257	325	2041	23	12	5	18	82
27,50	594	297	263	331	2079	24	12	5	19	83
28,00	605	302	268	337	2117	24	12	5	19	85
28,50	616	308	273	343	2155	25	12	5	19	86
29,00	626	313	278	349	2192	25	13	5	20	88
29,50	637	319	283	354	2230	25	13	6	20	89
30,00	648	324	288	360	2268	26	13	6	20	91
30,50	659	329	293	366	2306	26	13	6	20	92
31,00	670	335	298	371	2344	27	13	6	21	94
31,50	680	340	303	377	2381	27	14	6	21	95
32,00	691	346	308	383	2419	28	14	6	21	97
32,50	702	351	314	388	2457	28	14	7	22	98
33,00	713	356	319	394	2495	29	14	7	22	100
33,50	724	362	324	400	2533	29	14	7	22	101
34,00	734	367	329	406	2570	29	15	7	22	103
34,50	745	373	334	411	2608	30	15	7	23	104
35,00	756	378	339	417	2646	30	15	7	23	106
35,50	767	383	344	423	2684	31	15	8	23	107
36,00	778	389	349	423	2684	31	16	8	23	109
36,50	788	394	354	434	2759	32	16	8	24	110
37,00	799	400	360	440	2797	32	16	8	24	112
37,50	810	405	365	445	2835	32	16	8	24	113
38,00	821	410	370	451	2873	33	16	8	25	115
38,50	832	416	375	457	2911	33	17	8	25	116
39,00	842	421	380	462	2948	34	17	9	25	118
39,50	853	427	385	468	2986	34	17	9	25	119
40,00	864	432	390	474	3024	35	17	9	26	121

Таблица 3.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (2,5%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
0,50	1	0	0	2	0	0	0	0
1,00	2	1	0	3	0	0	0	0
1.50	3	1	0	4	0	0	0	1
2,00	4	2	0	4	0	0	0	1
2,50	5	2	0	5	0	0	0	1
3,00	5	3	0	6	0	0	0	1
3,50	6	3	0	7	0	0	0	1
4,00	7	4	0	7	0	0	0	1
4,50	8	4	0	8	0	0	0	1
5,00	9	5	0	9	0	0	0	1
5,50	10	5	1	9	0	0	0	1
6,00	11	5	1	10	0	0	0	1
6,50	12	6	1	11	0	0	0	1
7,00	13	6	1	11	1	0	0	1
7,50	14	7	2	12	1	0	0	1
8,00	14	7	2	13	1	0	0	1
8,50	15	8	2	13	1	0	0	1
9,00	16	8	2	14	1	0	0	1
9,50	17	9	3	14	1	0	0	2
10,00	18	9	3	15	1	0	0	2
10,50	19	9	3	16	1	0	0	2
11,00	20	10	4	16	1	0	0	2
11,50	21	10	4	17	1	0	0	2
12,00	22	11	4	17	1	0	0	2
12,50	23	11	5	18	1	0	0	2
13,00	23	12	5	19	1	0	0	2
13,50	24	12	5	19	1	0	0	2
14.00	25	13	6	20	1	1	0	2
14,50	26	13	6	20	1	1	0	2
15,00	27	14	6	21	1	1	0	2
15,50	28	14	6	21	1	1	0	2
16,00	29	14	7	22	1	1	0	2
16,50	30	15	7	23	1	1	0	2
17,00	31	15	7	23	1	1	0	2
17,50	32	16	8	24	1	1	0	2
18,00	32	16	8	24	1	1	0	2
18,50	33	17	8	25	1	1	0	2
19,00	34	17	9	25	1	1	0	2
19,50	35	18	9	26	1	1	0	2
20,00	36	18	10	26	1	1	0	2
20,50	37	18	10	27	1	1	0	2
21,00	38	19	10	28	2	1	0	2
21,50	39	19	11	28	2	1	0	3
22,00	40	20	11	29	2	1	0	3
22,50	41	20	11	29	2	1	0	3
23,00	41	21	12	30	2	1	0	3

Доля нормы для тракта (%)	ES (2,5%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
23,50	42	21	12	30	2	1	0	3
24,00	43	22	12	31	2	1	0	3
24,50	44	22	13	31	2	1	0	3
25,00	45	23	13	32	2	1	0	3
25,50	46	23	13	33	2	1	0	3
26,00	47	23	14	33	2	1	0	3
26,50	48	24	14	34	2	1	0	3
27,00	49	24	14	34	2	1	0	3
27,50	50	25	15	35	2	1	0	3
28,00	50	25	15	35	2	1	0	3
28,50	51	26	16	36	2	1	0	3
29,00	52	26	16	36	2	1	0	3
29,50	53	27	16	37	2	1	0	3
30,00	54	27	17	37	2	1	0	3
30,50	55	27	17	38	2	1	0	3
31,00	56	28	17	38	2	1	0	3
31,50	57	28	18	39	2	1	0	3
32,00	58	29	18	40	2	1	0	3
32,50	59	29	18	40	2	1	0	3
33,00	59	30	19	41	2	1	0	3
33,50	60	30	19	41	2	1	0	3
34,00	61	31	20	42	2	1	0	3
34,50	62	31	20	42	2	1	0	3
35,00	63	32	20	43	3	1	0	3
35,50	64	32	21	43	3	1	0	4
36,00	65	32	21	44	3	1	0	4
36,50	66	33	21	44	3	1	0	4
37,00	67	33	22	45	3	1	0	4
37,50	68	34	22	45	3	1	0	4
38,00	68	34	23	46	3	1	0	4
38,50	69	35	23	46	3	1	0	4
39,00	70	35	23	47	3	1	0	4
39,50	71	36	24	47	3	1	0	4
40,00	72	36	24	48	3	1	0	4

Таблица 4.1 П1

Допустимые пределы BIS для третичного цифрового сетевого тракта (34368 кбит/с)

Доля нормы для тракта (%)	ES (3,75%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
0,50	16	8	0	14	57	0	0	0	1	2
1,00	32	16	0	24	113	1	0	0	2	3
1,50	49	24	0	34	170	1	1	0	2	5
2,00	65	32	0	44	227	2	1	0	3	6
2,50	81	41	28	53	284	2	1	0	3	8
3,00	97	49	35	63	340	3	1	0	4	9
3,50	113	57	42	72	397	3	2	0	4	11
4,00	130	65	49	81	454	3	2	0	4	12
4,50	146	73	56	90	510	4	2	0	5	14
5,00	162	81	63	99	567	4	2	0	5	15
5,50	178	89	70	108	624	5	2	0	5	17
6,00	194	97	77	117	680	5	3	0	6	18
6,50	211	105	85	126	737	6	3	0	6	20
7,00	227	113	92	135	794	6	3	0	7	21
7,50	243	122	99	144	851	6	3	0	7	23
8,00	259	130	107	152	907	7	3	0	7	24
8,50	275	138	114	161	964	7	4	0	8	26
9,00	292	146	122	170	1021	8	4	0	8	27
9,50	308	154	129	179	1077	8	4	0	8	29
10,00	324	162	137	187	1134	9	4	0	8	30
10,50	340	170	144	196	1191	9	5	0	9	32
11,00	356	178	152	205	1247	10	5	0	9	33
11,50	373	186	159	214	1304	10	5	1	9	35
12,00	389	194	167	222	1361	10	5	1	10	36
12,50	405	203	174	231	1418	11	5	1	10	38
13,00	421	211	182	240	1474	11	6	1	10	39
13,50	437	219	189	248	1531	12	6	1	11	41
14,00	454	227	197	257	1588	12	6	1	11	42
14,50	470	235	204	266	1644	13	6	1	11	44
15,00	486	243	212	274	1701	13	6	1	12	45
15,50	502	251	219	283	1758	13	7	2	12	47
16,00	518	259	227	291	1814	14	7	2	12	48
16,50	535	267	235	300	1871	14	7	2	12	50
17,00	551	275	242	309	1928	15	7	2	13	51
17,50	567	284	250	317	1985	15	8	2	13	53
18,00	583	292	257	326	2041	16	8	2	13	54
18,50	599	300	265	334	2098	16	8	2	14	56
19,00	616	308	273	343	2155	16	8	2	14	57
19,50	632	316	280	351	2211	17	8	3	14	59
20,00	648	324	288	360	2268	17	9	3	15	60
20,50	664	332	296	369	2325	18	9	3	15	62
21,00	680	340	303	377	2381	18	9	3	15	64

Продолжение табл. 4.1 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (3,75%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
21,50	697	348	311	386	2438	19	9	3	15	65
22,00	713	356	319	394	2495	19	10	3	16	67
22,50	729	365	326	403	2552	19	10	3	16	68
23,00	745	373	334	411	2608	20	10	4	16	70
23,50	761	381	342	420	2665	20	10	4	17	71
24,00	778	389	349	428	2722	21	10	4	17	73
24,50	794	397	357	437	2778	21	11	4	17	74
25,00	810	405	365	445	2835	22	11	4	17	76
25,50	826	413	372	454	2892	22	11	4	18	77
26,00	842	421	380	462	2948	22	11	5	18	79
26,50	859	429	388	471	3005	23	11	5	18	80
27,00	875	437	396	479	3062	23	12	5	18	82
27,50	891	446	403	488	3119	24	12	5	19	83
28,00	907	454	411	496	3175	24	12	5	19	85
28,50	923	462	419	505	3232	25	12	5	19	86
29,00	940	470	426	513	3289	25	13	5	20	88
29,50	956	478	434	522	3345	25	13	6	20	89
30,00	972	486	442	530	3402	26	13	6	20	91
30,50	988	494	450	539	3459	26	13	6	20	92
31,00	1004	502	457	547	3515	27	13	6	21	94
31,50	1021	510	465	555	3572	27	14	6	21	95
32,00	1037	518	473	564	3629	28	14	6	21	97
32,50	1053	527	481	572	3686	28	14	7	22	98
33,00	1069	535	488	581	3742	29	14	7	22	100
33,50	1085	543	496	589	3799	29	14	7	22	101
34,00	1102	551	504	598	3856	29	15	7	22	103
34,50	1118	559	512	606	3912	30	15	7	23	104
35,00	1134	567	519	615	3969	30	15	7	23	106
35,50	1150	575	527	623	4026	31	15	8	23	107
36,00	1166	583	535	631	4082	31	16	8	23	109
36,50	1183	591	543	640	4139	32	16	8	24	110
37,00	1199	599	550	648	4196	32	16	8	24	112
37,50	1215	608	558	657	4253	32	16	8	24	113
38,00	1231	616	566	665	4309	33	16	8	25	115
38,50	1247	624	574	674	4366	33	17	8	25	116
39,00	1264	632	582	682	4423	34	17	9	25	118
39,50	1280	640	589	690	4479	34	17	9	25	119
40,00	1296	648	597	699	4536	35	17	9	26	121

Таблица 4.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (3,75%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
0,50	1	1	0	2	0	0	0	0
1,00	3	1	0	4	0	0	0	0
1,50	4	2	0	5	0	0	0	1
2,00	5	3	0	6	0	0	0	1
2,50	7	3	0	7	0	0	0	1
3,00	8	4	0	8	0	0	0	1
3,50	9	5	0	9	0	0	0	1
4,00	11	5	1	10	0	0	0	1
4,50	12	6	1	11	0	0	0	1
5,00	14	7	2	12	0	0	0	1
5,50	15	7	2	13	0	0	0	1
6,00	16	8	2	14	0	0	0	1
6,50	18	9	3	15	0	0	0	1
7,00	19	9	3	15	1	0	0	1
7,50	20	10	4	16	1	0	0	1
8,00	22	11	4	17	1	0	0	1
8,50	23	11	5	18	1	0	0	1
9,00	24	12	5	19	1	0	0	1
9,50	26	13	6	20	1	0	0	2
10,00	27	14	6	21	1	0	0	2
10,50	28	14	7	22	1	0	0	2
11,00	30	15	7	23	1	0	0	2
11,50	31	16	8	23	1	0	0	2
12,00	32	16	8	24	1	0	0	2
12,50	34	17	9	25	1	0	0	2
13,00	35	18	9	26	1	0	0	2
13,50	36	18	10	27	1	0	0	2
14,00	38	19	10	28	1	1	0	2
14,50	39	20	11	28	1	1	0	2
15,00	41	20	11	29	1	1	0	2
15,50	42	21	12	30	1	1	0	2
16,00	43	22	12	31	1	1	0	2
16,50	45	22	13	32	1	1	0	2
17,00	46	23	13	33	1	1	0	2
17,50	47	24	14	33	1	1	0	2
18,00	49	24	14	34	1	1	0	2
18,50	50	25	15	35	1	1	0	2
19,00	51	26	16	36	1	1	0	2
19,50	53	26	16	37	1	1	0	2
20,00	54	27	17	37	1	1	0	2
20,50	55	28	17	38	1	1	0	2
21,00	57	28	18	39	2	1	0	2
21,50	58	29	18	40	2	1	0	3
22,00	59	30	19	41	2	1	0	3
22,50	61	30	19	41	2	1	0	3
23,00	62	31	20	42	2	1	0	3

Продолжение табл. 4.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (3,75%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
23,50	63	32	20	43	2	1	0	3
24,00	65	32	21	44	2	1	0	3
24,50	66	33	22	45	2	1	0	3
25,00	68	34	22	45	2	1	0	3
25,50	69	34	23	46	2	1	0	3
26,00	70	35	23	47	2	1	0	3
26,50	72	36	24	48	2	1	0	3
27,00	73	36	24	49	2	1	0	3
27,50	74	37	25	49	2	1	0	3
28,00	76	38	26	50	2	1	0	3
28,50	77	38	26	51	2	1	0	3
29,00	78	39	27	52	2	1	0	3
29,50	80	40	27	52	2	1	0	3
30,00	81	41	28	53	2	1	0	3
30,50	82	41	28	54	2	1	0	3
31,00	84	42	29	55	2	1	0	3
31,50	85	43	29	56	2	1	0	3
32,00	86	43	30	56	2	1	0	3
32,50	88	44	31	57	2	1	0	3
33,00	89	45	31	58	2	1	0	3
33,50	90	45	32	59	2	1	0	3
34,00	92	46	32	59	2	1	0	3
34,50	93	47	33	60	2	1	0	3
35,00	95	47	34	61	3	1	0	3
35,50	96	48	34	62	3	1	0	4
36,00	97	49	35	63	3	1	0	4
36,50	99	49	35	63	3	1	0	4
37,00	100	50	36	64	3	1	0	4
37,50	101	51	36	65	3	1	0	4
38,00	103	51	37	66	3	1	0	4
38,50	104	52	38	66	3	1	0	4
39,00	105	53	38	67	3	1	0	4
39,50	107	53	39	68	3	1	0	4
40,00	108	54	39	69	3	1	0	4

Таблица 5.1 П1

Допустимые пределы BIS для четверичного цифрового сетевого тракта (139264 кбит/с)

Доля нормы для тракта (%)	ES (8%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
0,50	35	17	9	26	121	0	0	0	1	2
1,00	69	35	23	46	242	1	0	0	2	3
1,50	104	52	37	66	363	1	1	0	2	5
2,00	138	69	52	86	484	2	1	0	3	6
2,50	173	86	68	105	605	2	1	0	3	8
3,00	207	104	83	124	726	3	1	0	4	9
3,50	242	121	99	143	847	3	2	0	4	11
4,00	276	138	115	162	968	3	2	0	4	12
4,50	311	156	131	180	1089	4	2	0	5	14
5,00	346	173	147	199	1210	4	2	0	5	15
5,50	380	190	163	218	1331	5	2	0	5	17
6,00	415	207	179	236	1452	5	3	0	6	18
6,50	449	225	195	255	1572	6	3	0	6	20
7,00	484	242	211	273	1693	6	3	0	7	21
7,50	518	259	227	291	1814	6	3	0	7	23
8,00	553	276	243	310	1935	7	3	0	7	24
8,50	588	294	259	328	2056	7	4	0	8	26
9,00	622	311	276	346	2177	8	4	0	8	27
9,50	657	328	292	365	2298	8	4	0	8	29
10,00	691	346	308	383	2419	9	4	0	8	30
10,50	726	363	325	401	2540	9	5	0	9	32
11,00	760	380	341	419	2661	10	5	0	9	33
11,50	795	397	358	437	2782	10	5	1	9	35
12,00	829	415	374	455	2903	10	5	1	10	36
12,50	864	432	390	474	3024	11	5	1	10	38
13,00	899	449	407	492	3145	11	6	1	10	39
13,50	933	467	423	510	3266	12	6	1	11	41
14,00	968	484	440	528	3387	12	6	1	11	42
14,50	1002	501	456	546	3508	13	6	1	11	44
15,00	1037	518	473	564	3629	13	6	1	12	45
15,50	1071	536	489	582	3750	13	7	2	12	47
16,00	1106	553	506	600	3871	14	7	2	12	48
16,50	1140	570	522	618	3992	14	7	2	12	50
17,00	1175	588	539	636	4113	15	7	2	13	51
17,50	1210	605	556	654	4234	15	8	2	13	53
18,00	1244	622	572	672	4355	16	8	2	13	54
18,50	1279	639	589	690	4476	16	8	2	14	56
19,00	1313	657	605	708	4596	16	8	2	14	57
19,50	1348	674	622	726	4717	17	8	3	14	59
20,00	1382	691	639	744	4838	17	9	3	15	60
20,50	1417	708	655	762	4959	18	9	3	15	62
21,00	1452	726	672	780	5080	18	9	3	15	64

Продолжение табл. 5.1 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (8%) 1 день				ES 7 дней	SES (0,1%) 1 день				SES 7 дней
	RPO	BISO	S1	S2	BISO	RPO	BISO	S1	S2	BISO
21,50	1486	743	689	798	5201	19	9	3	15	65
22,00	1521	760	705	815	5322	19	10	3	16	67
22,50	1555	778	722	833	5443	19	10	3	16	68
23,00	1590	795	738	851	5564	20	10	4	16	70
23,50	1624	812	755	869	5685	20	10	4	17	71
24,00	1659	829	772	887	5806	21	10	4	17	73
24,50	1693	847	789	905	5927	21	11	4	17	74
25,00	1728	864	805	923	6048	22	11	4	17	76
25,50	1763	881	822	941	6169	22	11	4	18	77
26,00	1797	899	839	959	6290	22	11	5	18	79
26,50	1832	916	855	976	6411	23	11	5	18	80
27,00	1866	933	872	994	6532	23	12	5	18	82
27,50	1901	950	889	1012	6653	24	12	5	19	83
28,00	1935	968	905	1030	6774	24	12	5	19	85
28,50	1970	985	922	1048	6895	25	12	5	19	86
29,00	2004	1002	939	1066	7016	25	13	5	20	88
29,50	2039	1020	956	1083	7137	25	13	6	20	89
30,00	2074	1037	972	1101	7258	26	13	6	20	91
30,50	2108	1054	989	1119	7379	26	13	6	20	92
31,00	2143	1071	1006	1137	7500	27	13	6	21	94
31,50	2177	1089	1023	1155	7620	27	14	6	21	95
32,00	2212	1106	1039	1172	7741	28	14	6	21	97
32,50	2246	1123	1056	1190	7862	28	14	7	22	98
33,00	2281	1140	1073	1208	7983	29	14	7	22	100
33,50	2316	1158	1090	1226	8104	29	14	7	22	101
34,00	2350	1175	1106	1244	8225	29	15	7	22	103
34,50	2385	1192	1123	1261	8346	30	15	7	23	104
35,00	2419	1210	1140	1279	8467	30	15	7	23	106
35,50	2454	1227	1157	1297	8588	31	15	8	23	107
36,00	2488	1244	1174	1315	8709	31	16	8	23	109
36,50	2523	1261	1190	1332	8830	32	16	8	24	110
37,00	2557	1279	1207	1350	8951	32	16	8	24	112
37,50	2592	1296	1224	1368	9072	32	16	8	24	113
38,00	2627	1313	1241	1386	9193	33	16	8	25	115
38,50	2661	1331	1258	1404	9314	33	17	8	25	116
39,00	2696	1348	1274	1421	9435	34	17	9	25	118
39,50	2730	1365	1291	1439	9556	34	17	9	25	119
40,00	2765	1382	1308	1457	9677	35	17	9	26	121

Таблица 5.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (8%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
0,50	3	1	0	4	0	0	0	0
1,00	6	3	0	6	0	0	0	0
1,50	9	4	0	8	0	0	0	1
2,00	12	6	1	11	0	0	0	1
2,50	14	7	2	13	0	0	0	1
3,00	17	9	3	15	0	0	0	1
3,50	20	10	4	16	0	0	0	1
4,00	23	12	5	18	0	0	0	1
4,50	26	13	6	20	0	0	0	1
5,00	29	14	7	22	0	0	0	1
5,50	32	16	8	24	0	0	0	1
6,00	35	17	9	26	0	0	0	1
6,50	37	19	10	27	0	0	0	1
7,00	40	20	11	29	1	0	0	1
7,50	43	22	12	31	1	0	0	1
8,00	46	23	13	33	1	0	0	1
8,50	49	24	15	34	1	0	0	1
9,00	52	26	16	36	1	0	0	1
9,50	55	27	17	38	1	0	0	2
10,00	58	29	18	40	1	0	0	2
10,50	60	30	19	41	1	0	0	2
11,00	63	32	20	43	1	0	0	2
11,50	66	33	22	45	1	0	0	2
12,00	69	35	23	46	1	0	0	2
12,50	72	36	24	48	1	0	0	2
13,00	75	37	25	50	1	0	0	2
13,50	78	39	26	51	1	0	0	2
14,00	81	40	28	53	1	1	0	2
14,50	84	42	29	55	1	1	0	2
15,00	86	43	30	56	1	1	0	2
15,50	89	45	31	58	1	1	0	2
16,00	92	46	33	60	1	1	0	2
16,50	95	48	34	61	1	1	0	2
17,00	98	49	35	63	1	1	0	2
17,50	101	50	36	65	1	1	0	2
18,00	104	52	37	66	1	1	0	2
18,50	107	53	39	68	1	1	0	2
19,00	109	55	40	70	1	1	0	2
19,50	112	56	41	71	1	1	0	2
20,00	115	58	42	73	1	1	0	2
20,50	118	59	44	74	1	1	0	2
21,00	121	60	45	76	2	1	0	2
21,50	124	62	46	78	2	1	0	3
22,00	127	63	47	79	2	1	0	3
22,50	130	65	49	81	2	1	0	3
23,00	132	66	50	83	2	1	0	3

Продолжение табл. 5.2 П1

Доля нормы для тракта (%)	ES (8%) 2 часа				SES (0,1%) 2 часа			
	RPO	BISO	S1	S2	RPO	BISO	S1	S2
23,50	135	68	51	84	2	1	0	3
24,00	138	69	52	86	2	1	0	3
24,50	141	71	54	87	2	1	0	3
25,00	144	72	55	89	2	1	0	3
25,50	147	73	56	91	2	1	0	3
26,00	150	75	58	92	2	1	0	3
26,50	153	76	59	94	2	1	0	3
27,00	156	78	60	95	2	1	0	3
27,50	158	79	61	97	2	1	0	3
28,00	161	81	63	99	2	1	0	3
28,50	164	82	64	100	2	1	0	3
29,00	167	84	65	102	2	1	0	3
29,50	170	85	67	103	2	1	0	3
30,00	173	86	68	105	2	1	0	3
30,50	176	88	69	107	2	1	0	3
31,00	179	89	70	108	2	1	0	3
31,50	181	91	72	110	2	1	0	3
32,00	184	92	73	111	2	1	0	3
32,50	187	94	74	113	2	1	0	3
33,00	190	95	76	115	2	1	0	3
33,50	193	96	77	116	2	1	0	3
34,00	196	98	78	118	2	1	0	3
34,50	199	99	79	119	2	1	0	3
35,00	202	101	81	119	3	1	0	3
35,50	204	102	82	122	3	1	0	4
36,00	207	104	83	124	3	1	0	4
36,50	210	105	85	126	3	1	0	4
37,00	213	107	86	127	3	1	0	4
37,50	216	108	87	129	3	1	0	4
38,00	219	109	89	130	3	1	0	4
38,50	222	111	90	132	3	1	0	4
39,00	225	112	91	134	3	1	0	4
39,50	228	114	92	135	3	1	0	4
40,00	230	115	94	137	3	1	0	4

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

УТОЧНЕННЫЕ НОРМЫ НА ЦИФРОВЫЕ КАНАЛЫ И ТРАКТЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ В РАБОТАЮЩИХ НА МАГИСТРАЛЬНОЙ СЕТИ ЦСП НА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ КАБЕЛЕ (ИКМ-480, ИКМ-480Р, РСМ-480S)

Для систем типа ИКМ-480Р, РСМ-480S, ИКМ-480, используемых на действующей первичной сети, нормы устанавливаются на уровне требований к системам, применяемых на ВЗПС. При этом расчет норм в случае использования системы на СМП должен проводиться со следующими поправками:

для определения долговременных норм в соответствии с п. 4.1.8 «Норм...» расчет проводится с учетом коэффициента $M_д$:

$$ESR_д = A \times C \times M_д$$

$$BBER_д = A \times C \times M_д$$

$$SESR_д = A/2 \times C \times M_д$$

где A и C определяются по табл. 4.1 и 4.3 «Норм...» для соответствующего показателя,

$M_д$ — коэффициент, учитывающий степень ослабления долговременной нормы для старой ЦСП, при этом при применении последней на СМП этот коэффициент предлагается установить равным $M_д$=7,8, а при применении ее на ВЗПС $M_д$= 1.

Для определения оперативных норм в соответствии с п. 4.2.7 настоящих Норм расчет значения D для простого тракта или каждого участка составного тракта проводится с учетом коэффициента $M_{оп}$:

$$D = D_т \times M_{оп},$$

где $D_т$ — табличное значение для тракта определенной длины, найденное по табл. 4.4,

$M_{оп}$ — коэффициент, учитывающий степень ослабления оперативной нормы для старой ЦСП, при этом, при применении ее на СМП этот коэффициент предлагается установить равным $M_д$ = 6,3, при применении на ВЗПС — $M_{оп}$ = 1.

Далее расчет проводится в соответствии с п. 4.2.8 настоящих Норм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

В табл. 1 П3, 2.1 П3 и 2.2 П3 приведены отечественные и зарубежные приборы соответственно, выпускаемые в настоящее время и предназначенные для измерения ОЦК и цифровых сетевых трактов. В таблицах указаны возможности средств измерений, их габариты и цена.

Из таблицы видно, что долговременные нормы, базирующиеся на Рекомендации МСЭ-Т G.826, позволяют измерять только самые современные приборы зарубежных фирм, как правило, предназначенные для синхронной цифровой иерархии (последнее в таблице не отражено).

Очень мало приборов выдают результаты в соответствии с критериями Рекомендации МСЭ-Т М.2100 (см. приложение 4), хотя регистрация соответствующих аномалий и дефектов, как правило, проводится, но они не всегда учитываются при счете ES и SES. В большинстве применяемых приборов проводится анализ результатов в соответствии с приложением D Рекомендации МСЭ-Т G.821, т.е. приведенных к скорости передачи 64 кбит/с. В Рекомендации М.2100 допускается использование таких приборов, полученная погрешность при этом обычно не очень существенна, особенно при достаточно длительных измерениях.

Следует отметить также, что из отечественных приборов ни один полностью не удовлетворяет необходимым требованиям. Приборы ИКО-С и ИКОФД (после проводимой модернизации — ИКОФД-М, размещаемый в одной упаковке вместо трех) все-таки можно использовать для оценки трактов на соответствие нормам, т.к. они позволяют измерять показатели ошибок в соответствии с приложением D Рекомендации МСЭ-Т G.821. В таблице приведены данные имеющих некоторое распространение на сети связи приборов ИКО-1 и ППРПТ-4(34), которые позволяют измерять лишь коэффициент ошибок и предназначены для настройки цифровых систем передачи и ремонта регенераторов и других блоков. Нормируемые параметры показателей ошибок с их помощью оценить нельзя, поэтому эти приборы могут использоваться лишь временно для ориентировочной оценки качества трактов до приобретения необходимой аппаратуры.

В таблицы 2.1 П3 и 2.2 П3 включены приборы ведущих в этой области зарубежных фирм: Hewlett-Packard (HP), Siemens, Wandel & Goltermann (W&G), Schlumberger (Schlum), Marconi. Выбраны наиболее типичные из выпускаемых в настоящее время приборов, но номенклатура приборов этой группы у большинства фирм намного шире, приведенные приборы выпускаются в различной комплектации, что должно учитываться при закупке.

Выбор приборов должен осуществляться, исходя из возможностей, приведенных в перечне; технических характеристик, изложенных в документации на приборы; назначения (вида измерений, в которых предполагается использовать прибор) и типов подлежащих измерению трактов.

Таблица 1 П3

Отечественные средства измерений для цифровых каналов и трактов

Возможности и технические данные средств измерений	ИКО-С	ИКО-ФД	ППРПТ-4 (34)	ИКО-1
Тип измеряемого тракта (канала):				
ОЦК	+	-	-	-
первичный цифровой тракт	+	+	-	+
вторичный цифровой тракт	+	+	-	-
третичный цифровой тракт	-	+	+	-
четверичный цифровой тракт	-	-	+ (-)	-
Измерение показателей ошибок:				
долговременные нормы				
G.826	-	-	-	-
G.821 (только ОЦК)	+	-	-	-
при вводе в эксплуатацию:				
без прекращения связи				
M.2100	-	-	-	-
по цикл. синхросигналу	-	-	-	-
с прекращением связи				
сигнал в форме цикла	-	-	-	-
без цикла	+	+	+	+
оценка результатов				

Продолжение табл. 1.П3

Возможности и технические данные средств измерений	ИКО-С	ИКО-ФД	ППРПТ-4 (34)	ИКО-1
М.2100	-	-	-	-
G.821 (D)	+	+	-	-
КО бит	+	+	+	+
регистрация дефектов	+	+	+	+
Измерение фазового дрожания				
допустимого на входе	-	+	-	-
в т. ч. автоматизированно	-	-	-	-
значения на выходе	-	+	-	-
передаточной характеристики	-	+	-	-
Принтер: встроенный	-	-	-	-
выход на внешний	+	-	-	-
Габариты (мм)	380×180×390	3×(480×420×150)	135×480×480 120×480×480	488×213×355
Масса (кг)	7,5	3×25	2×7	20
Цена (млн. руб.) [на середину 1995 г.]	7	25	10	3
Изготовитель	ТОО Мерна Москва	НИИ Проект Томск	НИИ Проект Томск	ГП ДС С-Петербург

Таблица 2.1 П3

Зарубежные средства измерений для цифровых каналов и трактов

Возможности и технические данные средств измерений	HP 3784A	HP 37721A	HP 37722A	HP 37717A	Siemens K4303	Siemens K4305	Marconi 2854S	W&G PA-41
Тип измеряемого тракта (канала):								
ОЦК	-	-	+	-	-	+	-	+
первичный цифровой тракт	+	+	+	+	+	+	+	+
вторичный цифровой тракт	+	+	-	+	+	-	+	-
третичный цифровой тракт	+	+	-	+	+	-	+	-
четверичный цифровой тракт	-	+	-	+	+	-	+	-
Измерение показателей ошибок:								
долговременные нормы								
G.826	-	-	-	+	-	-	-	-
G.821 (только ОЦК)	-	-	+	+	-	+	-	+
при вводе в эксплуатацию:								
без прекращения связи								
M.2100	-	-	+	+	-	+	-	+
по цикл. синхросигналу	-	-	+	+	+	+	+	+
с прекращением связи								
сигнал в форме цикла	-	-	+	+	-	+	+	+
без цикла	+	+	+	+	+	+	+	+
оценка результатов								

Продолжение табл. 2.1 П3

Возможности и технические данные средств измерений	HP 3784A	HP 37721A	HP 37722A	HP 37717A	Siemens K4303	Siemens K4305	Marconi 2854S	W&G PA-41
M.2100	-	-	+	+	+	+	-	-
G.821 (D)	+	+	+	-	+	+	+	+
КО бит	+	+	+	+	+	+	+	+
регистрация дефектов	+	+	+	+	+	+	+	+
Измерение фазового дрожания								
допустимого на входе	+	-	-	+	-	-	-	-
в т. ч. автоматизированно	-	-	-	+	-	-	-	-
значения на выходе	+	-	-	+	-	-	-	-
передаточной характеристики	+	-	-	+	-	-	-	-
Принтер: встроенный	-	+	-	+	+	-	-	-
выход на внешний	+	-	+	-	-	+	+	+
Запись результатов на дискету для ПЭВМ	-	-	-	+	-	-	-	+
Габариты (мм)	195×335 ×475	365×190 ×355	349×190 ×208	340×190 ×420	343×153 ×393	180×40 ×100	197×345 ×477	206×72 ×245
Масса (кг)	12	8	4,5	11	7,5	1,2	8	3
Цена	18 т, $	11 т, $	10 т, $	40 т, $	13 т, DM	6,6 т, DM	13,2 т, $	

Таблица 2.2 П3

Зарубежные средства измерений для цифровых каналов и трактов

Возможности и технические данные средств измерений	W&G PF-140	W&G SF-60	W&G PJM-4S	W&G PFJ-8	Schlum-berger SI7705	Schlum-berger SI7708	Schlum-berger SI7714J +77140	Schlum-berger SI7900+ THEMI S
Тип измеряемого тракта (канала):								
ОЦК	-	-	-	+	+	-	-	+
первичный цифровой тракт	+	+	+	+	+	+	+	+
вторичный цифровой тракт	+	+	-	+	-	-	+	+
третичный цифровой тракт	+	+	+	-	-	-	+	+
четверичный цифровой тракт	+	+	+	-	-	-	+	+
Измерение показателей ошибок:								
долговременные нормы								
G.826	-	+	-	-	-	-	-	+
G.821 (только ОЦК)	-	-	-	-	+	+	-	+
при вводе в эксплуатацию:								
без прекращения связи								
M.2100	+	+	-	-	-	-	+	+
по цикл. синхросигналу	+	+	-	+	+	+	+	+
с прекращением связи								
сигнал в форме цикла	+	+	-	+	+	+	+	+
без цикла	+	+	+	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 2.2 П3

Возможности и технические данные средств измерений	W&G PF-140	W&G SF-60	W&G PJM-4S	W&G PFJ-8	Schlum-berger SI7705	Schlum-berger SI7708	Schlum-berger SI7714J +77140	Schlum-berger SI7900+ THEMI S
оценка результатов								
M.2100	-	-	-	-	+	+	+	+
G.821 (D)	+	+	-	+	+	+	+	-
КО бит	+	+	-	+	+	+	+	+
регистрация дефектов	+	+	-	+	+	+	+	+
Измерение фазового дрожания								
допустимого на входе	-	+	-	+	-	-	+	-
в т. ч. автоматизированно	-	+	-	+	-	-	+	-
значения на выходе	-	-	+	+	-	-	+	-
передаточной характеристики	-	-	-	+	-	-	+	-
Принтер: встроенный	+	+	-	+	+	-	+	+
выход на внешний	-	-	-	-	+	+	-	+
Запись результатов на дискету для ПЭВМ	-	+	-	-	-	-	-	+
Габариты (мм)	350×150 ×280	477×244 ×475	477×155 ×434	477×199 ×434	345×185 ×440	150×230 ×50	435×200×520 435×107×520	380×180 ×400
Масса (кг)	8	20 (24)	16	20	10	1,5	19; 7	12
Цена	40 т, DM	40 т, DM	45 т, DM	54 т, DM	11 т, $		32 т, $	302 т, $

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ПАРАМЕТРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ОПЕРАТИВНЫМ НОРМАМ

1. Параметры, используемые для оценки показателей ошибок без прекращения связи

1) Аномалии

Состояния аномалии без прекращения связи используются для определения показателей ошибок тракта, когда тракт не находится в состоянии дефекта. Определены следующие две категории аномалий, относящихся к приходящему сигналу:

a_1 — цикловый синхросигнал с ошибками;

a_2 — блок с ошибками (EB), обнаруженный с помощью методов встроенного контроля (циклический контроль избыточности, проверка на четность) — не применима для трактов типа 2 и 3 (см. ниже).

2) Дефекты

Состояния дефекта без прекращения связи используются, чтобы обнаружить изменение состояния качественных показателей, которое может произойти в тракте. Определены следующие три категории дефектов, относящихся к приходящему сигналу:

d_1 — пропадание сигнала;

d_2 — сигнал индикации аварийного состояния СИАС

d_3 — пропадание цикловой синхронизации (LOF).

Критерии возникновения состояния дефектов должны соответствовать конкретной аппаратуре. Для аппаратуры различных уровней иерархии определения критериев для состояния дефектов LOS и AIS даны в Рекомендации МСЭ-Т G.775, а дефекта LOF также в Рекомендациях серий от G.730 до G.750.

3) Формирование показателей ошибок в зависимости от типа тракта

В табл. 1 П4 приведены правила, по которым должны формироваться значения показателей ошибок, исходя из зарегистрированных аномалий и дефектов, для имеющихся на ВСС типов трактов.

В зависимости от типа средств контроля без прекращения связи (ВК), имеющихся в аппаратуре образования тракта, может оказаться невозможным получение всей совокупности параметров качественных показателей. Для ВСС может быть определено три типа трактов:

Тип 1: Тракт с цикловой и блоковой структурой

Обеспечивается определение с помощью средств ВК всей совокупности дефектов от d_1 до d_3 и аномалий a_1 и a_2.

Примерами данного типа тракта являются:

первичные и вторичные тракты с CRC (от 4 до 6) в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.704; четверичные тракты с битом проверки на четность каждого цикла в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.755.

Тип 2: Тракты с цикловой структурой

Обеспечивается определение с помощью средств ВК всей совокупности дефектов от d_1 до d_3 и аномалий a_1.

Примерами данного типа тракта являются типовые сетевые тракты от первичного до четверичного в соответствии с ГОСТ 27763—88.

Тип 3: Тракты без циклов

Обеспечивается определение с помощью средств ВК ограничений совокупности дефектов d_1 и d_2, которые не включают проверку любой ошибки. Не имеется контроля циклового синхросигнала (FAS).

Примером данного типа тракта может быть цифровой канал, предоставляемый потребителю, образованный в нескольких трактах более высокого порядка, соединенных последовательно.

Таблица 1 П4

Параметры и критерии оценки результатов измерений

Тип	Параметр	Критерии оценки результатов измерений
1	ESR	ES отмечается тогда, когда в течение одной секунды возникает, по крайней мере, одна аномалия a_1 и a_2 или один дефект от d_1 до d_3
	SESR	SES отмечается тогда, когда в течение одной секунды возникает, по крайней мере, «x» аномалий a_1 или a_2 или один дефект от d_1 до d_3 (примечание 1 и 2)
	BBER	BBE отмечается тогда, когда в течение 1 секунды в блоке, не являющемся частью SES, возникает аномалия a_1 или a_2
2	ESR	ES отмечается тогда, когда в течение одной секунды возникает, по крайней мере, одна аномалия a_1 и a_2 или один дефект от d_1 до d_3
	SESR	SES отмечается тогда, когда в течение одной секунды возникает, по крайней мере, «x» аномалий a_1 или один дефект от d_1 до d_3 (примечание 2)
3	SESR	SES отмечается тогда, когда в течение одной секунды возникает, по крайней мере, один дефект d_1 или d_2 (примечание 2)

Примечания:

1) Если в течение интервала одного блока возникает более, чем одна аномалия a_1 или a_2, должна отсчитываться одна аномалия.
2) Значения «x» для трактов разного порядка указаны в табл. норм.
3) Оценки ESR и SESR должны быть идентичны, так как событие SES является частью совокупности событий ES.

2. Показатели ошибок, нормируемые в Рекомендации МСЭ-Т G.821

а) Показатели ошибок, нормируемые для цифрового соединения со скоростью передачи 64 кбит/с

Секунда с ошибками (ES)

Односекундный период с одной или более ошибками.

Секунда, пораженная ошибками (SES)

Односекундный период, средний коэффициент ошибок по битам, в котором $>10^{-3}$. SES входит в совокупность ES.

Примечание: И ES, и SES регистрируются в течение времени готовности (см. п. 1 настоящих норм).

б) Показатели ошибок, нормируемые для цифровых систем со скоростями передачи выше 64 кбит/с (Приложение D Рекомендации G.821, отмененное в связи с принятием Рекомендации G.826)

Секунда с ошибками (ES)

Количество секунд с ошибками приводится к скорости 64 кбит/с. Процент секунд с ошибками при этом определяется по формуле:

$$\frac{1}{j}\sum_{i=1}^{i=j}\left(\frac{n}{N}\right)\times 100\%,$$

где n — количество ошибок в i-той секунде при скорости измерения;

N — скорость измерения, поделенная на 64 кбит/с;

j — целое число односекундных интервалов (исключая время неготовности) в течение всего времени измерений;

отношение $(n/N)_i$ для i-той секунды равно:

n/N, если $0 < n < N$, или 1, если $n \geq N$.

Секунда, пораженная ошибками (SES)

К секундам, пораженным ошибками, относятся, кроме односекундных интервалов со средним коэффициентом ошибок по битам $>10^{-3}$, односекундные интервалы, в которых зарегистрирована потеря цикловой синхронизации.

3. Показатели ошибок, нормируемые в Рекомендации МСЭ-Т М.2100

а) Параметры показателей ошибок (ES/SES) при оценке без прекращения связи

1) Аномалии:

FAS с ошибками — двоичные ошибки в любом бите/слове циклового синхросигнала в течение 1-секундного интервала;

Е-биты — биты индикации блока CRC-4 с ошибками обратного направления;

управляемые проскальзывания.

2) Дефекты:

LOF — потеря цикловой синхронизации;

LOS — пропадание сигнала;

битовые ошибки в цикловом синхросигнале. Если оборудование может обнаружить двоичные ошибки в слове FAS, тогда SES может быть обнаружена при использовании заданного значения. Если оборудование может определить только нарушение слова FAS, тогда то же число нарушенных слов FAS приводит к SES;

А-биты — индикация аварийного состояния (AIS) дальнего конца;

RDI-биты индикации дефекта на дальнем конце.

3) Формирование показателей ошибок на основании информации об аномалиях и дефектах без прекращения связи в зависимости от типа тракта.

Значения показателей ошибок вырабатываются на основании анализа зафиксированных аномалий и дефектов для 1-секундного интервала. В случае аномалии, как правило, фиксируется ES, в случае дефекта ES и SES. Критерии оценки для ES и SES зависят от типа тракта и аппаратуры его образования (т.е. использования бит 1—8 для целей контроля). В табл. 2 П4 приведены критерии для оценки без прекращения связи для различных трактов, применяемых на ВСС.

б) Параметры показателей ошибок (ES/SES) при оценке (измерениях) с прекращением связи

Параметры ES и SES оцениваются по аномалиям и дефектам с прекращением связи, полученным от средств измерения за соответствующий период интеграции.

1) Аномалии

Основания аномалия — ошибка в единичном интервале (бите).

При использовании измерительного сигнала, сформированного в виде цикла, возможна оценка некоторых «аномалий без прекращения связи» (см. п. 3а).

2) Дефекты

Потеря синхронизации последовательности, возникающая в случае:

пакета интенсивных ошибок большой длительности,

AIS большой длительности,

неуправляемого проскальзывания бита,

пропадания сигнала.

При использовании измерительного сигнала, сформированного в виде цикла, возможна оценка некоторых «дефектов без прекращения связи» (см. п. 3а).

3) Формирование показателей ошибок в средствах измерения. Так как в средствах измерения обычно имеется побитовое разрешение, основной критерий оценки для параметров ES и SES должен быть:

ES — 1-секундный период с ошибками ≥1 бит;

SES — 1-секундный период со средним BER (КОбит) $\geq 10^{-3}$.

Примечание: И ES, и SES регистрируются в течение времени готовности.

Кроме того, если в средствах измерений используется измерительный сигнал в виде ПСП, который вставляется в стандартизованный сигнал тракта, можно также использовать дополнительный критерий

Таблица 2П4

Критерии оценки параметров ES/SES без прекращения связи

Скорость передачи (кбит/с)	Информация в битах 1—8 цикла	Критерии оценки параметров ES/SES (аномалии и дефекты в 1 с)			Примечание
		Аномалии и дефекты в 1 с	Показатели ошибок в направлении приема	Показатели ошибок в направлении передачи	
2048 (без CRC-4) G.704	FAS A-бит	≥1 LOF ≥1 LOS ≥1 AIS ≥1 FAS с ошибками ≥28 ош. FAS ≥1 RDI	ES + SES ES + SES ES + SES ES ES + SES —	— — — — — ES + SES	Количество ES передачи ограничено секундами, относящимися к совокупности SES
2048 (с CRC-4) G.704	CRC-4 E-биты FAS A-бит	≥1 LOF ≥1 LOS ≥1 AIS ≥1 блока CRC-4 с ошибками ≥805 бл. CRC-4 с ошибками ≥1 E-бита ≥805 E-бит ≥1 RDI	ES + SES ES + SES ES + SES ES ES + SES — — —	— — — — — ES ES + SES	Количество ES передачи ограничено секундами, относящимися к совокупности SES

Продолжение табл. 2 П4

Скорость передачи (кбит/с)	Информация в битах 1—8 цикла	Критерии оценки параметров ES/SES (аномалии и дефекты в 1 с)			Примечание
		Аномалии и дефекты в 1 с	Показатели ошибок в направлении приема	Показатели ошибок в направлении передачи	
8448 G.742	FAS RDI	≥1 LOF ≥1 LOS ≥1 AIS ≥1 FAS с ошибками ≥41 ош. FAS ≥i RDI	ES + SES ES + SES ES + SES ES ES + SES —	— — — — — ES + SES	Количество ES передачи ограничено секундами, относящимися к совокупности SES
34368 G.751	FAS RDI	≥1 LOF ≥1 LOS ≥1 AIS ≥1 FAS с ошибками ≥52 ош. FAS ≥t RDI	ES + SES ES + SES ES + SES ES ES + SES —	— — — — — ES + SES	Количество ES передачи ограничено секундами, относящимися к совокупности SES
139264 G.751	FAS RDI	≥1 LOF ≥1 LOS ≥1 AIS ≥1 FAS с ошибками ≥69 ош. FAS ≥dd RDI	ES + SES ES + SES ES + SES ES ES + SES —	— — — — — ES + SES	Количество ES передачи ограничено секундами, относящимися к совокупности SES

Примечание. Количество RDI бит в секунду в качестве критерия дефекта в МСЭ-Т изучается.

оценки ES/SES в соответствии с информацией без прекращения связи по аномалиям и дефектам согласно п. 4.1.3.

Однако, если в средствах измерений используется измерительный сигнал, не сформированный в виде цикла, т.е. он не вставляется в стандартизованный сигнал тракта, тогда единственной дополнительной информацией об аномалиях и дефектах, которая может быть принята во внимание, является:

аномалии — нарушения интерфейсного кода (в соответствии с Рекомендацией G.703);

дефекты — AIS, LOS.

В частности, считается, что 1-секундный период с ≥1 LOS относится к SES (и ES).

Примечание: Считается, что AIS может фактически вызывать BER в течение 0,5 его длительности. Если AIS имеет достаточную длительность, чтобы вызвать BER≥10^{-3} в любом 1-секундном периоде, он может считаться событием при оценке параметров SES (+ES). Однако, сигнал со всеми битами, кроме циклового синхросигнала, в состоянии 1, не должен быть ошибочно принят за AIS.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Термины и определения .....

2. Общие положения .....

3. Общие характеристики цифровых каналов и трактов .....

4. Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и сетевых трактов .....

5. Нормы на показатели фазового дрожания и дрейфа фазы .....

6. Методика измерения электрических параметров цифровых каналов и трактов .....

Приложение 1 .....

Приложение 2 .....

Приложение 3 .....

Приложение 4 .....

Издано при участии ассоциации «Резонанс»

Набрано и отпечатано в типографии «МК-Полиграф»
Заказ 111. Тираж 20 000 экз.
107082, г. Москва, Переведеновский пер., д. 21

gost.e-ecolog.ru